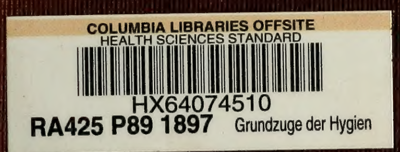
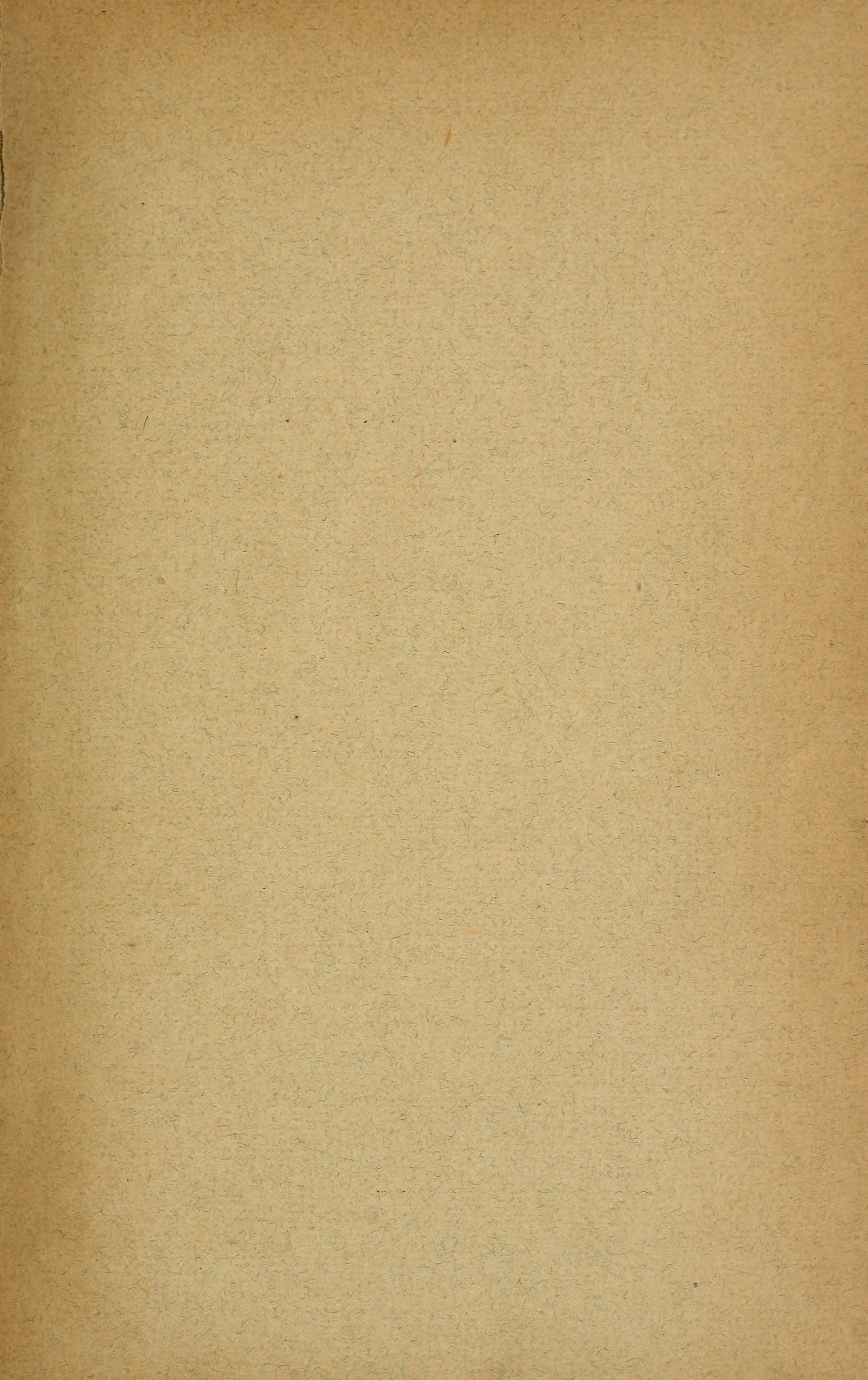
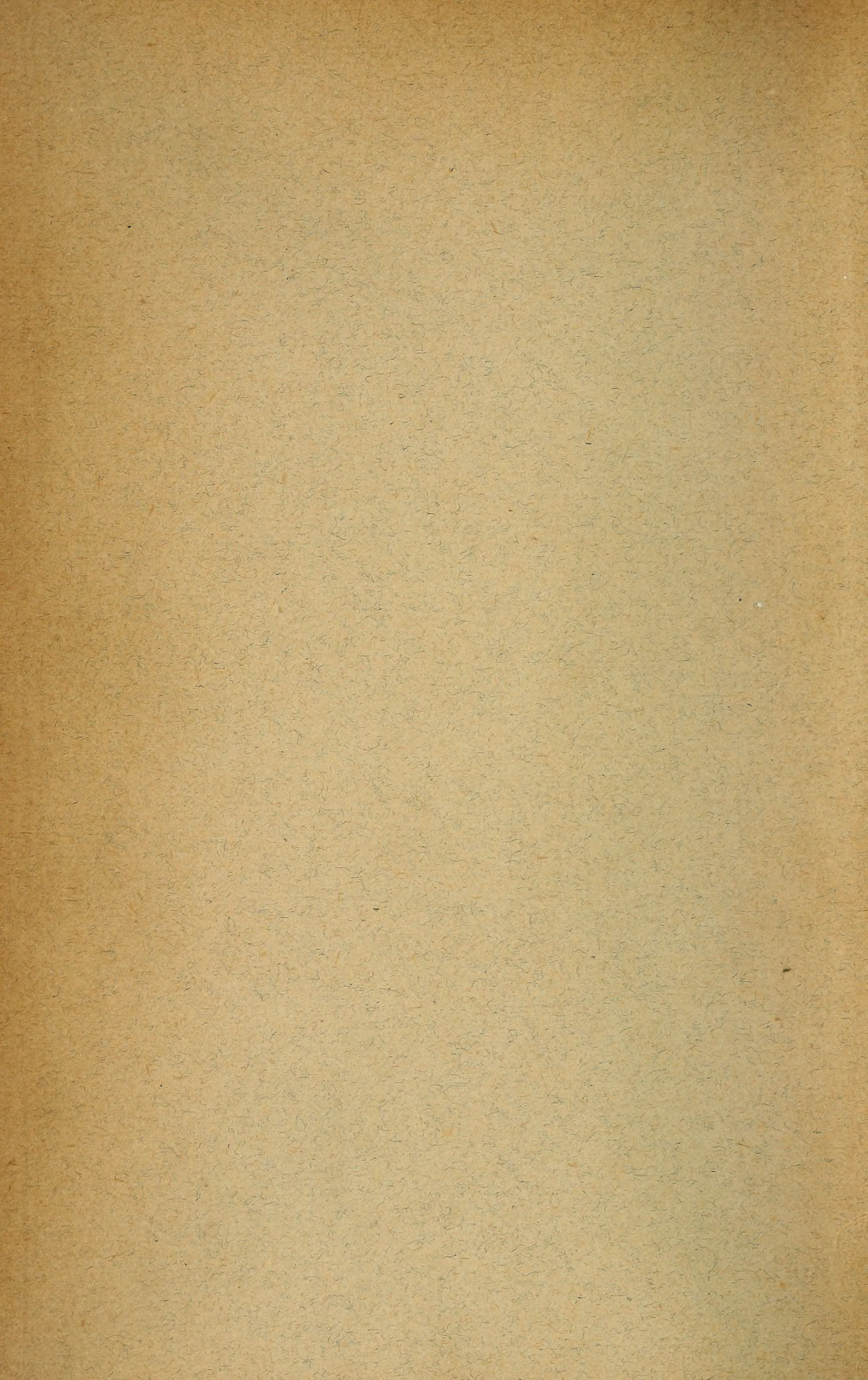
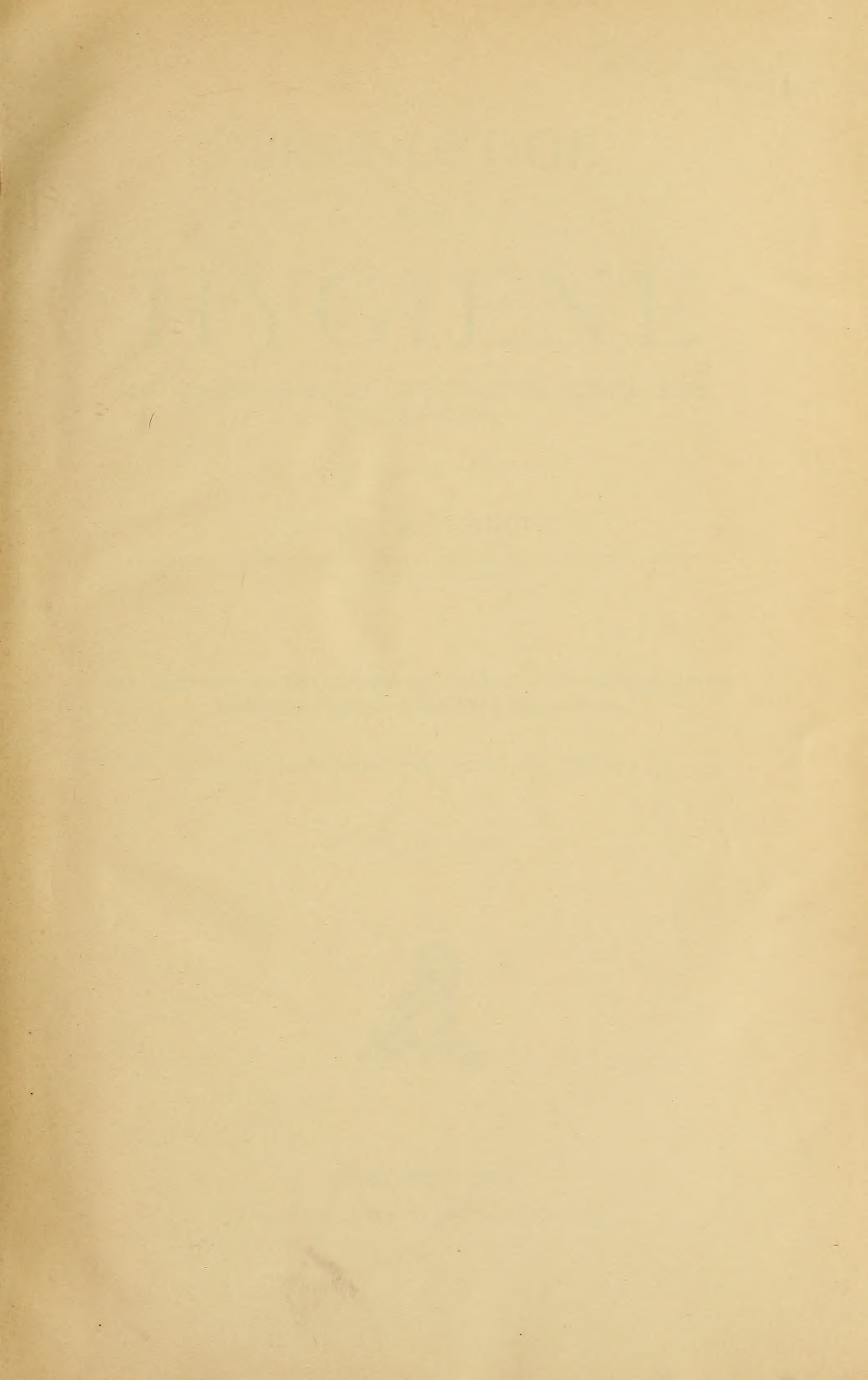








GRUNDZÜGE

DER

HYGIENE

UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER GESETZGEBUNG DES DEUTSCHEN REICHS UND OESTERREICHS

BEARBEITET VON

DR. W. PRAUSNITZ,

PROFESSOR DER HYGIENE UND VORSTAND DES HYGIENISCHEN INSTITUTS DER UNIVERSITÄT GRAZ.

Für Studierende an Universitäten und technischen Hochschulen, Aerzte, Architekten, Ingenieure und Verwaltungsbeamte.

Dritte erweiterte und vermehrte Auflage.

Mit 205 Abbildungen.



MÜNCHEN 1897.

Verlag von J. F. Lehmann.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort zur dritten Auflage.

Obwohl seit Herausgabe der zweiten Auflage noch nicht zwei Jahre verflossen, sind doch sämtliche Kapitel des Buches unter Berücksichtigung der neueren Litteratur einer gründlichen Umarbeitung unterzogen worden. Neu aufgenommen wurde ein kurzer Abschnitt über die körperliche Ausbildung der Jugend.

Ausser der *Gesetzgebung des Deutschen Reiches* ist in dieser Auflage auch die Gesetzgebung Oesterreichs berücksichtigt und im Text durch besonderen Druck hervorgehoben worden.

Die schematischen Uebersichtsbilder von Haupttypen wichtiger hygienisch-technischer Anlagen, welche allgemeine Anerkennung gefunden hatten, sind in dieser Auflage vermehrt worden.

Herrn Dr. H. Hammerl und Herrn Dr. F. Kermauner sage ich für ihre Unterstützung bei Durchsicht der Korrekturen auch an dieser Stelle meinen besten Dank.

Möge die dritte Auflage dieselbe freundliche Aufnahme in Fachkreisen finden, wie die beiden ihr vorausgegangenen!

GRAZ, im September 1896.

Dr. W. Prausnitz.

Vorwort zur ersten Auflage.

Der Aufforderung der Verlagsbuchhandlung, ein Buch zu verfassen, in welchem die gesamte wissenschaftliche Hygiene in möglichster Kürze bearbeitet sein sollte, bin ich erst nachgekommen, nachdem von mir autoritativer Seite das vorliegende Bedürfnis anerkannt wurde.

Ich habe versucht, das ganze Gebiet gleichmässig zu berücksichtigen und möchte wünschen, dass es mir gelungen ist, demjenigen, welcher hygienische (und bakteriologische) Vorlesungen und Kurse gehört resp. besucht hat, Gelegenheit zu geben, das dort aufgenommene Bild zu vervollständigen, abzurunden und vorhandene Lücken auszufüllen.

Hygiene aus einem Buche allein zu »lernen«, ist nicht möglich. Besonders die hygienischen Untersuchungsmethoden müssen nicht nur gesehen, sondern auch einmal ausgeführt sein, wenn der mit experimentellen Untersuchungen nur wenig vertraute Studierende ein richtiges Verständnis gewinnen will.

Besondere Sorgfalt habe ich der Ausführung der Abbildungen zugewandt, welche zum bei weitem grössten Teil besonders hergestellt sind. Sie sind schematisch gehalten und geben nur das wieder, was für den betreffenden Apparat, Gegenstand u. s. w. charakteristisch ist; alle überflüssigen Details sind weggelassen. Aus diesem Grunde habe ich darauf verzichtet, eine grössere Anzahl Clichés anderer Werke aufzunehmen.

Die Abbildungen der Mikroorganismen wurden fast ausschliesslich nach Originalpräparaten von Herrn Privatdozent Dr. Schmaus und mir vom Universitätszeichner Krapf in 1000facher Vergrösserung angefertigt.

Meinen Kollegen, den Herren Dr. Cremer und Dr. Sittmann, sage ich für die freundliche Unterstützung bei Durchsicht der Korrekturen aufrichtigen Dank.

Ich gebe das Büchlein mit dem Wunsche heraus, dass es auch ein wenig dazu beitragen möge, Interesse und Verständnis für die wissenschaftliche Hygiene zu verbreiten.

MÜNCHEN, im Dezember 1891.

Dr. W. Prausnitz.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Bei der Bearbeitung der zweiten Auflage der „Grundzüge der Hygiene" habe ich wiederum versucht, das gesamte Gebiet der Hygiene und öffentlichen Gesundheitspflege möglichst gleichmässig zu behandeln.

Sämtliche Kapitel sind unter Berücksichtigung der Forschungen der letzten Jahre gründlich durchgearbeitet worden, wodurch das Buch auch an Umfang zugenommen hat.

Der Herstellung der Abbildungen, welche für diese Auflage ergänzt und bedeutend vermehrt wurden, habe ich besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Dieselben sind rein schematisch gehalten und geben nur das wieder, was zum Verständnis des dargestellten Gegenstandes absolut notwendig ist.

Da ich mich sehr häufig davon überzeugt habe, dass Studierende der Medizin und Aerzte, wie auch die Studierenden an technischen Hochschulen, Ingenieure und Architekten, nur selten Gelegenheit haben, sich durch Besichtigung grösserer hygienisch-technischer Anlagen ein richtiges Bild von ihnen zu verschaffen, habe ich für die Haupttypen der wichtigsten hygienisch-technischen Einrichtungen (Wasserversorgung, Beseitigung der Abfallstoffe, Kanalisation, Rieselfelder u. s. w.) Uebersichtsbilder angefertigt, auf welchen mit wenigen Strichen bewährte Einrichtungen grösserer Städte — Berlin, Freiburg i./B., Hamburg, Landshut, Leipzig, München aufgezeichnet sind.

Soweit die Durchführung von Vorschriften, welche im Interesse der öffentlichen Gesundheitspflege erlassen sind, durch Deutsche Reichs-Gesetze geregelt ist, sind deren wichtigste Bestimmungen (wie auch schon in der ersten Auflage) im Text verarbeitet worden. Damit man aber sofort erkennen kann, was Gesetz ist, werden in dieser Auflage die betreffenden Stellen, soweit sie den Gesetzen wörtlich entnommen sind, durch besonderen Druck *(Cursiv)* hervorgehoben. Ich hoffe, dass eine derartige Verarbeitung der Gesetze im Text besonders den Studierenden willkommener sein wird, als wenn die betreffenden Gesetzes-Paragraphen in ihrem ganzen für den Nichtjuristen oft recht schwer verdaulichen Wortlaut wiedergegeben worden wären.

So möge denn auch diese Auflage dazu beitragen, Interesse und Verständnis für die wissenschaftliche Hygiene und öffentliche Gesundheitspflege zu verbreiten!

GRAZ, im Oktober 1894.

Dr. W. Prausnitz.



Alphabetisches Sachregister.

Einleitung.

Wir nennen *Hygiene**) diejenige Wissenschaft, welche auf Grund einer genauen Kenntnis des menschlichen Organismus und der in dessen Umgebung sich abspielenden, ihn beeinflussenden Vorgänge, die Gesundheit des Menschen zu erhalten und zu kräftigen bestrebt ist.

Dieses Ziel will die Hygiene auf zwei Wegen erreichen. Einmal sucht sie alles zu erforschen und zu vermeiden, was der Gesundheit nachteilig ist oder sein könnte, dann aber ist sie bemüht, den Körper möglichst widerstandsfähig zu machen, damit er den nie ausbleibenden Gefahren erfolgreich zu trotzen im stande ist.

Alle dahin zielenden Bestrebungen fassen wir in dem Begriff »*Hygiene*« zusammen. Einen Teil derselben bildet die »*Oeffentliche Gesundheitspflege*«, unter welchem Namen wir all' die hygienischen Massnahmen verstehen, welche von einer Gemeinschaft von Menschen unternommen, dem Gemeinwohl förderlich sein sollen.

Der *einzelne* Mensch ist nämlich nicht immer in der Lage, sich durch seine eigenen Handlungen vor Krankheiten zu schützen und sich Verhältnisse zu schaffen, welche eine günstige Entwickelung seines Körpers gewährleisten. Er kann wohl dafür

*) Das Wort »Hygiene« stammt aus dem Griechischen ἡ τέχνη ὑγιεινή, die Gesundheitskunst. Die Schreibweise »Hyg**e**ne«, nicht »Hygi**ei**ne«, ist heute fast allgemein eingebürgert und berechtigt, weil viele in der Medicin gebrauchte, ursprünglich den Diphthong ει enthaltende Worte bei der Uebernahme ins Deutsche entsprechend zusammengezogen sind.

sorgen, dass ihn die Kleidung, welche er trägt, vor den nachteiligen Einflüssen der Witterung sichert, dass die Nahrung, welche er geniesst, seinem Körper zuträglich und für seine Ernährung ausreichend ist und so fort; er allein ist aber ausser stande, zu verhindern, dass die Luft, welche er atmet, nicht anderweitig verunreinigt wird, dass das Wasser, welches er trinkt und zur Herstellung seiner Speisen verwendet, von seinem Nachbar verdorben wird; er allein kann es nicht erzwingen, dass die durch das enge Zusammenwohnen der Menschen für das Gesamtwohl wie für ihn selbst so zahlreich entstehenden Gefahren nach Möglichkeit vermieden werden. Hierfür zu sorgen, das ist Sache der öffentlichen Gesundheitspflege, deren Geschichte sehr weit zurückreicht.

Die Erkenntnis, dass der Mensch zu jeglichem Thun vor allem einen gesunden Körper benötigt, hat ihn schon in frühester Zeit auf die Notwendigkeit aufmerksam gemacht, zu vermeiden, was dem Körper schädlich ist, und zu fördern, was einer normalen Entwickelung und Erhaltung desselben nützlich sein muss. Natürlich müssen diese Bestrebungen immer dem jeweiligen Stand der Kenntnisse von dem menschlichen Organismus und dem, was ihm möglicherweise schädlich sein kann, entsprochen haben.

Bei den ältesten drei Kulturvölkern, über welche wir noch genau unterrichtet sind, den Indern, Aegyptern und Israeliten, ist das Interesse an der öffentlichen Gesundheitspflege hoch entwickelt gewesen. Sie haben den Wert der richtigen Anlage freier luftiger Strassen und Wohnorte wohl gekannt. Sie haben auf Reinlichkeit des Körpers, der Wohnungen und der Umgebung geachtet und gewusst, dass zur Erhaltung der Gesundheit reines, klares Wasser und unverdorbene Nahrungsmittel notwendig sind.

Die Ausführung und Ueberwachung der hygienisch gut befundenen Massregeln oblag zumeist den Priestern. Man hielt es mit Recht für angezeigt, die Befolgung der im Interesse der öffentlichen Gesundheitspflege erlassenen Vorschriften zur religiösen Gewissenspflicht zu machen und letztere mit dem Gotteskult zu verbinden. Für ihre Durchführung wurde dadurch besser gesorgt, als wenn man versucht hätte, das Volk von deren Wert für das allgemeine Wohl zu überzeugen.

Weniger entwickelt war die öffentliche Gesundheitspflege bei den alten Griechen, denen zunächst daran lag, für den Staat

kräftige, den kriegerischen Strapazen gewachsene Männer heranzubilden. Dies erstrebten sie nicht durch Einrichtungen, welche dem Gemeinwohl gewidmet waren, sondern durch eine geschickte körperliche Erziehung des einzelnen Individuums. Turnen, Waffenübungen, See- und Flussbäder härteten den Körper ab und machten ihn für den Kriegsdienst tauglich.

Bedeutend höher stand die Entwickelung der öffentlichen Gesundheitspflege bei den alten Römern. Die zum Teil noch vorhandenen Ueberreste der zu Zeiten der Könige, während der späteren Republik und des Kaiserreichs entstandenen sanitären Anlagen erwecken auch heute noch das Interesse und die Bewunderung der jetzt lebenden Hygieniker. Schon unter dem älteren Tarquinius (im sechsten Jahrhundert vor Christi Geburt) war mit dem Bau einer Kanalisation Roms begonnen worden, die von seinem Sohne später fortgesetzt und beendet wurde. Die bekannte Cloaca maxima hatte die Regenwässer, wie die Abwässer der mit ihr in Verbindung stehenden Häuser Roms aufzunehmen, um sie später in den Tiber einzuleiten.

In sehr früher Zeit (im vierten Jahrhundert vor Christi Geburt) war in Rom für die Zuleitung eines guten, klaren Wassers Sorge getragen. Der Wasservorrat war ein ganz enormer und diente ausser zur Speisung der Brunnen, Reinigung der Strassen und Kanäle, ganz besonders zur Versorgung der überaus zahlreich und luxuriös angelegten Badeeinrichtungen. Im Laufe der Zeit waren verschiedene Wasserleitungen angelegt worden, welche der Stadt Gebirgswasser zuführten und sie hiermit so reichlich versorgten, dass pro Kopf der Bevölkerung täglich 500—1000 Liter Wasser kamen.*)

Mit der Zerstörung des weströmischen Reiches verfielen auch die bedeutenden sanitären Einrichtungen des alten Roms, wie überhaupt die erste Hälfte des Mittelalters der öffentlichen Gesundheitspflege nicht förderlich gewesen ist. Erst die in der zweiten Hälfte des Mittelalters auftretenden furchtbaren Seuchen, der schwarze Tod, der Aussatz, die Syphilis bewirkten eine Verbesserung der bestehenden Verhältnisse. In diese Zeiten

*) In grösseren Städten stellt sich der jetzige Wasserconsum ungefähr auf hundert bis hundertundfünfzig Liter pro Kopf und Tag.

fallen die Einrichtung von Quarantainen, Begründung von Krankenhäusern, Leproserien, Lazaretten (nach dem heiligen Lazarus benannt), Vorschriften über die Ueberwachung der Prostitution u. s. w.

Aber erst in den letzten Jahrhunderten hat die öffentliche Gesundheitspflege wieder bedeutende Fortschritte gemacht. Unsterbliches Verdienst hat sich der englische Arzt Jenner durch Einführung der Schutzpockenimpfung gegen die Blattern erworben.

In dasselbe Jahrhundert (1701) fällt auch das Erscheinen von Ramazzini's bedeutendem Werk über die Krankheiten der Handwerker, in welchem zum ersten Male auf besondere Erkrankungen der Arbeiter aufmerksam gemacht wurde, der Ausgangspunkt der heutigen Gewerbehygiene.

Alles, was bis dahin auf dem Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege geleistet wurde, war mehr oder minder das Resultat einer glücklichen Empirie. Die errungenen Erfolge sind ein Beweis für die alte Erfahrung, dass die Praxis der Theorie sehr häufig voraneilt.

Eine Wissenschaft konnte die Hygiene erst werden, nachdem die Naturwissenschaften, besonders Chemie, Physik und Botanik sich bis zu einem gewissen Grade entwickelt hatten, nachdem die Physiologie erstanden und genaue Kenntnisse über die Funktionen des menschlichen Organismus zu verbreiten in der Lage war.

Es ist besonders das Verdienst Max von Pettenkofers, die Hygiene zu einer Wissenschaft gemacht zu haben. Auf Grund der Resultate der in diesem Jahrhundert so schnell emporgeblühten Naturwissenschaften lehrte er, dass man die Umgebung des Menschen Luft, Wasser und Boden im weiteren, Kleidung und Wohnung im engeren Sinne genau untersuchen und deren Einfluss auf den Menschen studieren müsse, um zu erkennen, was für dessen Wohl anzustreben, was als schädlich zu vermeiden ist. Sein Verdienst ist, auf allen Gebieten der Hygiene und öffentlichen Gesundheitspflege durch präcise Fragestellung und sorgfältige experimentelle Untersuchungen Klarheit angebahnt zu haben. Es ist aber auch sein Werk, das Verständnis für die Wichtigkeit derartiger hygienischer Forschungen und die

hohe Bedeutung der wissenschaftlichen Hygiene verbreitet zu haben, wie es endlich ihm zu danken ist, dass an den Hochschulen, den Pflegestätten der Wissenschaft, Institute geschaffen, Lehrkräfte ausgebildet wurden, welche auf dem unendlich weiten Gebiete der Hygiene weiter vorzudringen und die festgestellten Thatsachen zu verbreiten berufen sind.

Nach v. Pettenkofer ist die hygienische Wissenschaft Robert Koch aufrichtigen Dank schuldig. Besonders durch Koch's epochemachende klassische Untersuchungen haben wir genaue Kenntnis erhalten von den Mikroorganismen, jenen kleinsten pflanzlichen Lebewesen, welche als die besten Freunde und erbittertsten Feinde des Menschen eine so hervorragende Rolle im Kampf ums Dasein spielen. Um dem Menschen diesen Kampf zu erleichtern — das Ziel der Hygiene — war es notwendig, die gefährlichen Krankheitserreger näher kennen zu lernen, was erst gelang, nachdem die Methoden zu ihrer Züchtung geschaffen waren. Koch ist es geglückt, unter Benützung der Fortschritte, welche die Botanik gemacht, unter Verwertung der Verbesserung des Mikroskops die Erreger der gefürchtetsten Seuchen, der verbreitetsten Krankheiten zu erforschen; er hat damit den Teil der Hygiene, welcher sich mit der Verhütung der Infektionskrankheiten beschäftigt, denen mehr als die Hälfte aller Menschen zum Opfer fällt, auf eine sicherere Grundlage gestellt.

Der Wert einer richtig durchgeführten Hygiene, resp. öffentlichen Gesundheitspflege, ist heute ausser allem Zweifel. Durch zahlreiche statistische Untersuchungen ist festgestellt, dass Verbesserungen in der Wasserversorgung, in der Städtereinigung u. s. f. meist guten Erfolg gehabt haben, welcher sich in der Abnahme der Todesfälle offenbart. Parallel mit dem Sinken der Mortalität, der Sterblichkeit, fällt dann auch stets die Morbidität, die Zahl der erkrankten Personen.

Mit Hilfe von Mortalitätsstatistiken ist man nun in der Lage, den Wert hygienischer Einrichtungen annähernd in Zahlen auszudrücken.

Nehmen wir an, dass in irgend einer Stadt von 100,000 Einwohnern durch hygienische Massnahmen die Mortalität um 1‰ herabgedrückt worden ist, dass also jährlich 100 Personen

weniger als früher sterben, so ist dort auch die Morbidität gesunken. Wie vielfache statistische Untersuchungen ergeben haben, treffen durchschnittlich auf einen Todesfall 34 Erkrankungsfälle, es würden sich also auch die Erkrankungen im Jahre um 3400 vermindern. Bei den verschiedenen Krankheiten ist nun weiterhin die Dauer der Krankheit wie der darauf folgenden Rekonvaleszenz eine ungleiche; wir haben jedoch auch hiefür durch die Statistik Mittelzahlen erhalten und wissen, dass die durch die Krankheit bedingte Arbeitsunfähigkeit durchschnittlich 20 Tage andauert.

In unserem Beispiel würden demnach jährlich 3400 · 20 = 68000 Arbeitstage weniger ausfallen und wir haben nun nur noch zu erwägen, wie hoch der Verlust eines Krankheitstages zu schätzen ist. Man wird kaum zu hoch rechnen, wenn man für Ausfall des Lohnes, ärztliche Behandlung, Verbandmaterial und Arzneien pro Tag 4 Reichsmark annimmt und erhalten wir damit das definitive Resultat, dass bei der Herabsetzung der Mortalität einer Stadt von 100,000 Einwohnern um eins pro mille durch die hiebei auch stets eintretende Verminderung der Morbidität ein Kapital von 68000.4 = 272.000 Reichsmark jährlich gespart wird.*)

Die hygienischen Bestrebungen sind wiederholt verurteilt worden, man hat sie bekämpft, weil ihre glückliche Durchführung eine Uebervölkerung zur Folge haben würde (Malthus); es müsste dann doch wieder wegen Mangel an Nahrungsmitteln eine erhöhte Mortalität eintreten. Der Einwand ist nicht berechtigt. Bei unsern heutigen Verkehrsmitteln ist ein Ausgleich in der Versorgung der dichter bevölkerten Distrikte viel leichter möglich; die Verhältnisse werden in dieser Beziehung um so besser werden, je mehr durch die Fortschritte der Technik und Industrie die Produkte weiter Länderstrecken werden zugänglich gemacht werden können. Auch die Ver-

---

*) Es kommt bei einer derartigen Rechnung selbstverständlich nicht darauf an, dass diese Kosten, wie es heute zumeist geschieht, durch Krankenkassen wieder ersetzt werden; der Verlust bleibt derselbe, wenn er auch zurückerstattet wird; je weniger Mitglieder einer Kasse erkranken, desto geringer ist natürlich der von jedem einzelnen Mitgliede an die Kasse zu leistende Beitrag.

wertung der in den Meeren vorhandenen Seetiere, besonders der Fische für die Ernährung des Menschen ist erst im Beginn der Entwickelung.

Die Ertragsfähigkeit des Bodens ist ebenfalls noch steigerungsfähig und wird mit wachsender Erkenntnis der richtigen Bewirtschaftung sicher noch zunehmen.

Wir wissen weiterhin nicht, welche Fortschritte die Chemie noch machen wird und in einer Zeit, in der man aus einfachen chemischen Verbindungen Zucker herzustellen gelernt hat, ist man nicht in der Lage, zu erklären, dass ausser den jetzt vorhandenen, weitere Quellen zur Ernährung des Menschen nicht erschlossen werden können.

Auch der Einwand, dass durch die Hygiene gerade den schwächlicheren Individuen genützt wird, die sonst zuerst im Kampfe ums Dasein unterliegen würden, dass somit schwächlichere Generationen künstlich herangezüchtet werden (Spencer) ist nicht stichhaltig. Die Hygiene nützt in gleicher Weise den körperlich gut Entwickelten, wie den weniger Kräftigen. Sie gibt den Schwächeren Gelegenheit sich zu kräftigen, wodurch sie dann zur selben Leistungsfähigkeit kommen können, wie starke Personen. Sie nützt aber auch den von Geburt aus kräftigen Individuen, die in den durch die heutige Hygiene mehr und mehr zurückgedrängten Epidemien infektiöser Krankheiten früher fast ebenso gefährdet waren, wie die zarteren Personen. Wir leben ja auch heute nicht mehr in einer Zeit, die den Wert eines Menschen nach dessen körperlicher Kraft bemisst. Die geistige Entwickelung eines Menschen ist von seiner Konstitution nur wenig abhängig und unter hygienisch günstigen Verhältnissen werden auch körperlich schwächliche Personen eine segensreiche Wirkung entfalten können.

Die Mikroorganismen.

Die Mikroorganismen, welche auf das Leben des Menschen in vielfacher Beziehung einen sehr bedeutenden Einfluss ausüben, werden am Beginn des Buches besprochen, weil man bei den verschiedenen Abschnitten der Hygiene, Luft, Boden, Wasser, Wohnung u. s. w. immer auf sie zurückkommen muss, weshalb ein kurzer Ueberblick über ihre Stellung in der Natur, ihr Wesen und ihr Wirken zum Verständnis der Hygiene absolut notwendig ist.

Die genauere Kenntnis der Mikroorganismen ist eine Errungenschaft der jüngsten Zeit. Nachdem van Leeuwenhoek mit seinen selbstkonstruierten Mikroskopen schon 1683 Mikroorganismen gesehen, sind erst im Anfang dieses Jahrhunderts von Ehrenberg (1828) im Wasser und im Staube lebende kleinste Organismen als „Infusionstierchen" beschrieben worden.

Bald nach ihm haben Cagnard-Latour und Schwann die pflanzliche Natur der Hefe erkannt und Schwann war es auch, welcher zuerst auf das stete Vorhandensein von Mikroorganismen in der Luft aufmerksam machte und die Abhängigkeit der Gährungserscheinungen von ihnen durch Versuche bewies. Die weitere Entwicklung der Lehre von den Mikroorganismen in dieser Richtung ist dem französischen Chemiker Pasteur zu verdanken, welcher den Chemismus, den Stoffwechsel und die Thätigkeit der Gährungserreger klarstellte.

Die Fähigkeit, Krankheiten zu erzeugen, ist, wenn auch schon früher vermutet, doch erst von Henle (1840) den

Mikroben mit Bestimmtheit zugesprochen worden, während der sichere Beweis hiefür erst gelingen konnte, nachdem die Methoden gefunden wurden, mit denen man die einzelnen Arten isolieren, durch eine beliebige Anzahl von Generationen isoliert fortzüchten und durch das Experiment ihre Wirkung auf den tierischen Organismus studieren konnte. Diesen Dienst hat Robert Koch der Wissenschaft geleistet; für die Bakteriologie, die Hygiene, die gesamte Medizin haben seine Forschungen die allerhöchste Bedeutung. Auf dem von ihm geschaffenen Boden hat sich die Lehre von den Mikroorganismen im letzten Jahrzehnt rapide entwickelt und Früchte gezeitigt, welche eine immer erfolgreichere Bekämpfung der Infektionskrankheiten erhoffen lassen.

Die Mikroorganismen gehören zum bei weitem grössten Teile zum Pflanzenreiche und zwar zur grossen Gruppe der Kryptogamen, welche keine Blüten und Samen bilden, sondern an Stelle der letzteren Sporen für ihre Fortpflanzung haben.

Diese zerfallen weiterhin in die stammbildenden Kryptogamen und in die Thallophyten, Pflanzen, welche Wurzel, Stengel und Blatt nicht differenzieren; zu letzteren gehören die Mikroorganismen. Es sind kleinste, meist chlorophyllfreie Pflanzen, welche dem menschlichen Auge nur durch gute Mikroskope mit starker Vergrösserung sichtbar gemacht werden können. Was der Hygieniker unter Mikroorganismen oder Mikroben versteht, gehört jedoch nicht einer oder mehreren botanisch scharf begrenzten Gruppen der Thallophyten an; man hat vielmehr in jenem Begriff alle jene kleinsten Pflanzen — auch Tiere — zusammengefasst, welche infolge ihrer Fähigkeit, Fäulnis und Gährung zu erregen, sowie Krankheiten hervorzurufen, die Existenz und die Gesundheit des Menschen beeinflussen.

Sie werden eingeteilt in:

I. Fungi oder Schimmelpilze,
II. Blastomyceten oder Sprosspilze,
III. Schizomyceten oder Spaltpilze,
VI. Mycetozoen und Protozoen.

I. Fungi, Schimmelpilze.

Die Schimmelpilze, welche in der Natur sehr häufig, meist in Form verschiedenfarbiger, sammetartiger Belege auf feuchten Mauern, Nahrungsmitteln u. s. w., vorkommen, sind chlorophylllose Thallophyten, welche aus zwei bis zehn Mikren*) grossen Zellen bestehen.

Im Thallus unterscheidet man das Mycelium, lange verzweigte Fäden (Hyphen), welche sich auf dem Nährsubstrat ausbreiten. Die Hyphen wachsen, nicht wie die Bakterien, durch Teilung der einzelnen Zellen, sondern durch Spitzenwachstum, indem die Fäden an der Spitze weiterwachsen und sich gabelförmig teilen.

Die Fruktifikation beruht auf Sporenbildung. Die Sporen, Früchte oder Conidien, entstehen auf den sogenannten Fruchthyphen oder Fruchtträgern, welche sich vom Mycel aus erheben.

Nach der Art der Sporenbildung unterscheidet man die verschiedenen Arten der Schimmelpilze.

Zur Kultivirung benützt man schwach saure Nährböden, saure Gelatine, Agar, Kartoffeln oder Brotbrei, den man in flachen Erlenmeyerkölbchen sterilisiert hat, und züchtet nach denselben Methoden, welche später bei den Bakterien eingehender beschrieben werden sollen. Durch Ansäuern des Nährbodens (Zusatz sehr verdünnter Essigsäure oder 2—5 % Weinsäure) verhindert man das bei der Kultur von Schimmelpilzen störende Wachstum der Bakterien.

Wegen der Grösse der einzelnen Zellen der Schimmelpilze gebraucht man zu ihrer mikroskopischen Beobachtung nur schwache oder mittlere Vergrösserung; die Verwendung von Farbstoffen, wie solche beim Mikroskopiren der Bakterien Verwendung finden, ist nicht notwendig. Sie nehmen auch die Farbstoffe nicht so gut auf, wie die Bakterien; mit Löfflers Methylenblau und der Gram'schen Färbung sind sie jedoch ganz leicht zu färben.

Zu den verbreitetsten Schimmelpilzen gehören folgende Arten:

---

*) Ein Mikron, gewöhnlich mit μ bezeichnet; ist gleich 0,001 Millimeter.

Penicillium glaucum, der gemeine Pinselschimmel bildet an feuchten Orten, besonders auch auf Nahrungsmitteln den bekannten erst weisslichen, später blaugrünen flockigen Ueberzug.

Unter den Mucorineen sind die häufigsten Mucor mucedo und racemosus, seltener corymbifer (Fig. 1) und rhizopodiformis, deren Sporen, wenn sie ins Blut gespritzt werden, den Tod der Tiere zur Folge haben; auch beim Menschen im äusseren Gehörgang beobachtet.

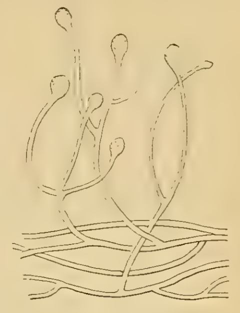


Fig. 1.
Mucor corymbifer.
(Vergrösserung 100-fach.)

Von den Aspergillen, welche sich gern auf Brot, Fruchtsäften u. s. w. einfinden, sind albus, glaucus und niger nicht pathogen, wohl aber A. fumigatus.

Oidium lactis (Fig. 2) bildet stets auf saurer Milch den bekannten weissen, sammetartigen Ueberzug; ist aber ganz unschädlich.

Auf Krautpflanzen schmarotzen die Ustilagineen oder Brandpilze, auf Getreidearten der Steinbrand (Tilletia Caries) und der Staub- oder Flugbrand (Ustilago Carbo), wo sie die Getreidekörner zerstören.

Claviceps purpurea verursacht die Bildung des sogenannten Mutterkorns (Secale cornutum), schwarzviolette Sclerotien, die zumeist in den Blüten des Roggens, seltener in denen anderer Gramineen entstehen. (S. hierüber unter Mehl.)

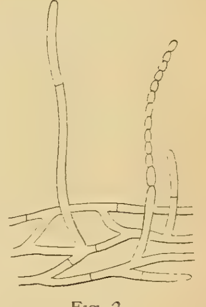


Fig. 2.
Oidium lactis.
(Vergrösserg. 150-fach.)

Pathogene Wirkung haben folgende, den Hefepilzen nahestehende Arten:

Trichophyton tonsurans, Pilz des Herpes tonsurans.

Achorion Schönleinii, in den Borken und Haaren des Favus.

Der Soorpilz, Oidium albicans, wahrscheinlich mit Monilia candida identisch, welcher auf der Mundschleimhaut besonders von Säuglingen den eigentümlichen Soorbelag bildet.

Mikrosporon furfur bei Pityriasis versicolor konnte noch nicht auf festen Nährböden gezüchtet werden.

Der eben besprochenen Gruppe wird gewöhnlich auch der Actinomyces oder Strahlenpilz (Fig. 3) angereiht, über dessen Stellung im System noch keine Klarheit herrscht. Er bildet am häufigsten am Kiefer des Rindes weissliche, derbe Geschwulstmassen, in denen schwefelgelbe Körner eingebettet sind, verursacht aber auch gelegentlich beim Menschen schwere Erkrankungen. Die Reinzüchtung des Pilzes ist in jüngster Zeit auf Agar und in rohen Hühnereiern gelungen.

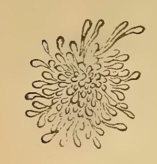


Fig. 3. Druse von Actinomyces. (Vergr. 300-fach.)

II. Die Blastomyceten, Spross- oder Hefepilze.

sind die Pflanzengruppe, denen in erster Linie eine ausgedehnte Fähigkeit Zucker zu vergähren (in Alkohol und Kohlensäure zu zerlegen) zukommt.

Dieses Alkoholvergährungsvermögen besitzen zwar auch in beschränktem Masse andere Pilze, so einzelne der Schimmel- und Spaltpilze, auch zeigen die Schimmelpilze unter bestimmten Kulturbedingungen ein Wachstum, welches den Hefepilzen zumeist eigen ist, nämlich die Sprossung. Die echten Hefepilze sind jedoch von den Schimmelpilzen durch die ihnen eigentümliche Art der endogenen Sporenbildung scharf getrennt und bilden demnach eine besondere, selbständige Gruppe.

Wie ihr Name andeutet, vermehren sich die 2—15 μ grossen Zellen durch Sprossung, indem aus der Mutterzelle eine kleinere Tochterzelle herauswächst, die sich allmählich vergrössert, um dann wiederum eine Tochterzelle zu erzeugen. Die Zellen sind von einer Zellenhaut umgeben und besitzen zuerst ein klares, später ein körniges, an Vacuolen meist reiches Protoplasma. Sie bilden bei bestimmten Temperaturen unter gewissen Bedingungen, so bei Züchtung auf angefeuchteten Gipsplatten Sporen, deren Entstehen für die Bestimmung der verschiedenen Arten oder Rassen entscheidend ist.

Die wichtigsten Glieder in der Gruppe der Sprosspilze sind die Saccharomyceten, zu welchen vor allem die Bier-

hefepilze gehören. Es gibt deren eine grosse Menge, die durch die neueren Untersuchungen, besonders von Hansen, erforscht worden sind. Sie werden auch zum Unterschiede von den wilden Hefearten, welche in der Natur auf süssen Früchten vielfach verbreitet vorkommen, Kulturhefen genannt. Eine jede Art erzeugt eine spezifische Gährung, weshalb zur Herstellung eines gleichmässigen Bieres die Verwendung von stets derselben, durch andere Arten nicht verunreinigten Heferasse notwendig ist. Nach der Art der von ihnen eingeleiteten Gährung trennt man sie in obergährige und untergährige Hefen. Erstere schwimmen an der Oberfläche der zu vergährenden Flüssigkeit und haben das Optimum ihrer Wirksamkeit bei 18—25⁰. Die untergährigen Hefen senken sich bei der zwischen 8 und 12⁰ erfolgenden Gärung zu Boden.

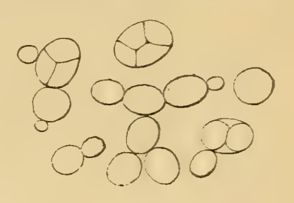


Fig. 4.
Saccharomyces cerevisiae I. mit Sporenanlage (nach Hansen)
(Vergrösserung 1000-fach.)

Die gebräuchlichsten zur Bierfabrikation gebrauchten Hefepilze sind:

Saccharomyces cerevisiae I,
Saccharomyces Pastorianus I, II. III,
Saccharomyces ellipsoideus I, II.

Unter Presshefe versteht man die fabrikmässig für den Handel und den Versand auf weitere Entfernungen dargestellte obergährige Hefe.

Ihre Züchtung wird in dem sogenannten Hefengut vorgenommen, einer aus Wasser, stickstoffreichem Roggenschrot und Darrmalz bestehenden Flüssigkeit, in welche die Hefe zur Weiterentwicklung bei einer Temperatur von 22—26⁰ C. eingebracht wird. Die Hefe entwickelt sich und steigt durch den Auftrieb der gleichzeitig durch die Gährung gebildeten Kohlensäure in die Höhe. Die sich oben absetzende Hefeschicht wird nach zehnstündiger Gährung abgeschöpft, gesiebt, gewaschen und mit Stärke versetzt. Auf Filterpressen wird endlich unter geringem Druck das Wasser abgepresst, bis die Hefe eine zusammenhaltende, bröckliche Masse bildet, welche in Holzkästen zum Versand verpackt wird.

Nach der oben gegebenen Definition sind zu den echten Hefen nur diejenigen Arten zu rechnen, welche eine charakteristische, endogene Sporenbildung zeigen. Ihnen nahe stehen folgende Organismen, welche sich ebenfalls regelmässig durch Sprossung vermehren und nur ausnahmsweise ein Mycel bilden, wie es die Schimmelpilze gewöhnlich thun.

Torula, eine Anzahl $1^1/_2$—8 μ grosser Sprosspilze, mit geringem Gährungsvermögen, sind sehr verbreitet in der Natur und bilden bei ihrem Wachstum auf festen Nährböden schöne Farbstoffe.

Saccharomyces apiculatus, mit eigentümlichem citronenähnlichen Aussehen. Entwicklung und Gährung des Pilzes verlaufen sehr langsam.

Mycoderma cerevisiae et vini, bildet auf gährenden Flüssigkeiten eine matte, graue, vielfach gefaltete Schicht, welche Kahmhaut genannt wird. Eine geringe Fähigkeit, zu vergähren, soll dem Mycoderma ebenfalls zukommen.

Man hat bisher geglaubt, dass die Hefearten nur dann dem menschlichen Organismus schädlich werden können, wenn sie zugleich mit grösseren Mengen vergährbarer Substanz in den Magendarmkanal aufgenommen werden, wodurch dann (unter Bildung abnormer Gährungsprodukte) Magendarmkatarrhe erzeugt werden können. In letzter Zeit sind Untersuchungen publiziert worden, nach welchen Hefearten auch pyämische Entzündungen hervorrufen (Saccharomycosis hominis, Busse u. A.).

III. Die Spaltpilze.

1. Morphologie der Spaltpilze.

Die Spaltpilze oder Schizomyceten, auch Bakterien genannt, sind bedeutend kleiner als die Schimmel- oder Hefepilze; ihr Durchmesser ist zumeist erheblich kleiner als $^1/_{1000}$ mm. Nach der ihnen hauptsächlich eigenen Wuchsform werden sie eingeteilt in:

1. Micrococcen oder Kugelbakterien,
2. Stäbchenbakterien oder Bacillen,
3. Schraubenbakterien oder Spirillen,
4. Bakterien mit verschiedenen Wuchsformen.

Diese von F. Cohn gegebene Einteilung ist nur eine vorläufige, bis die Spaltpilze näher untersucht und eine systematische Klassifizierung auf rein wissenschaftlicher Basis möglich sein wird.

Einige Bakterienarten haben nur eine Wuchsform, während bei anderen unter ungleichen Lebensbedingungen verschiedene Wuchsformen zu beobachten sind; unter denselben äusseren Bedingungen bildet aber dieselbe Art auch stets dieselben Wuchsformen.

Kann also dieselbe Art sich auch in verschiedenen Formen zeigen, so ist jedoch der Uebergang einer Art, einer Species, in eine andere nicht möglich.

Die Micrococcen sind mehr oder minder rundliche oder ovale Bakterien. Sie kommen einzeln oder auch in Verbänden zu mehreren vor und man unterscheidet dann Monococcen, Diplococcen zu zweien (Fig. 6 und 7).

Merismopedia oder Merista zu vieren nebeneinander in einer Ebene liegend (Fig. 9).

Sarcina, von acht Coccen gebildet, welche durch Teilung nach drei Richtungen entstanden sind und zusammen einen Würfel darstellen (Fig. 11). Bei Vermehrung in einer Richtung entstehen die kettenförmigen Streptococcen (Fig. 8), bei regelloser Teilung die haufenförmigen Staphylococcen (Fig. 9). Zoogloea nennt man einen durch eine zähe Schleimmasse fest verbundenen Coccenhaufen.

Die Stäbchen oder Bacillen sind Bakterien, deren Längsdurchmesser bedeutend grösser als der Querdurchmesser ist. Man unterscheidet Kurzstäbchen, deren Längsdurchmesser 2—4 mal so gross als der Querdurchmesser ist, von Langstäbchen, deren Längsdurchmesser 4—8 und mehr mal so gross ist als der Querdurchmesser. Bei der Teilung zerfallen sie oder bleiben auch in langen Fäden aneinander hängen, Leptothrix. Die Enden der Bacillen sind entweder abgerundet (Fig. 16, 20, 22), oder zugespitzt oder scharfkantig (Fig. 14). Manche Bacillen schwellen in der Mitte oder am Ende an und haben dann Spindel- oder Kaulquappenform.

Die Spirillen oder Schraubenbakterien erscheinen entweder nur als kurze, aus einer Krümmung bestehende

Glieder — Vibrionen (Fig. 24) oder aber sie bilden längere korkzieherartig gewundene Fäden, eigentliche Spirillen (Fig. 23). Den Vibrionen sind auch die sogenannten »Kommabacillen« zuzuzählen.

Zu den Bakterien mit variabler Wuchsform gehören einige Arten, welche die sämtlichen bisher beschriebenen Formen zeigen können.

Die Vermehrung der Spaltpilze geschieht durch Teilung, indem ein Individuum sich vergrössert (verlängert) und dann in zwei zerfällt. Ferner können die Bakterien eine Dauerform, Spore genannt, bilden, welche gelegentlich wieder zum Bakterium auswächst.

Man unterscheidet Endosporen und Arthrosporen; die Endosporen bilden sich im Innern der Bacillen (Fig. 14) (bei Coccen sind Sporen noch gar nicht, bei Vibrionen selten beobachtet) als glänzende, stark lichtbrechende Körnchen, die manchmal perlschnurartig neben einander liegen. Oder einzelne Glieder eines Verbandes schnüren sich ab und bilden dann den Ausgang für neue Individuen — Glied- oder Arthrosporen. Während die Endosporen eminent widerstandsfähig sind und deshalb für das Fortbestehen der Bakterienart, von der sie abstammen, eine grosse Bedeutung besitzen, scheint den Arthrosporen eine irgendwie hervorragendende Resistenz nicht zuzukommen.

Zur Vervollständigung der hier beschriebenen Formen der Spaltpilze sind noch die Involutions- oder Degenerationsformen zu nennen. Es sind unregelmässig gestaltete plumpe Bildungen, die für die betreffende Art nichts charakteristisches haben und nur entstehen, wenn die Organismen unter besonders ungünstige Ernährungs-, Wachstums- oder Temperaturverhältnisse gebracht werden.

2. Physiologie der Spaltpilze.

Die Bakterien sind Zellen, welche aus einem Eiweisskörper, Mykoproteïn genannt, ferner aus Fett, Salzen und Wasser bestehen. Sie besitzen zumeist kein Chlorophyll und sind daher ausser stande, die CO_2 zu ihrem Aufbau zu verwerten, sie sind vielmehr auf höher constituirte Verbindungen angewiesen.

Die meisten Arten sind in Bezug auf Quantität und Qualität des Nährmaterials sehr anspruchslos. Die geringsten Spuren von organischen und anorganischen Verbindungen, wie sie sich in dem reinsten destillierten Wasser vorfinden, genügen noch für eine reichliche Vermehrung der eingebrachten Keime.

Zumeist leben sie von organischen Substanzen, abgestorbenen Teilen von Pflanzen und Tieren. Sie sind aber auch im stande, ihren Stickstoffbedarf aus niederen anorganischen Verbindungen zu befriedigen.

Sie enstehen nur aus sich selbst; die frühere Annahme einer Urzeugung, einer Generatio aequivoca, nach welcher sie im stande sein sollten, sich aus organischer, lebloser Materie zu bilden, ist besonders durch die Schwann'- und Pasteur'schen Untersuchungen als unrichtig erkannt worden.

Am besten gedeiht die Mehrzahl der Bakterienarten auf schwach alkalischen Nährsubstraten.

Nach dem von ihnen gewählten Aufenthaltsort teilt man sie ein in Saprophyten (σαπρὸς = verfault, φυτὸς = gewachsen), Bakterien, welche auf totem Nährboden gedeihen, und in Parasiten (παράσιτος = bei einem andern essend), welche nur in und auf einem lebenden Wirt fortkommen können, auf dessen Kosten sie dann existieren. Unter den Parasiten giebt es obligate, die nur parasitisch, und fakultative, die parasitisch und saprophytisch leben können.

Ihrem Sauerstoffbedürfnis nach unterscheidet man aërobe und anaërobe Bakterien. Die am zahlreichsten vertretenen obligat aëroben können nur bei Gegenwart von Sauerstoff existieren, während umgekehrt für die obligat anaëroben die Abwesenheit des Sauerstoffs Existenzbedingung ist. Zwischen beiden stehen die fakultativ anaëroben, welche zeitweise auch dort leben können, wo Sauerstoff vorhanden ist.

Sehr verschieden sind die Ansprüche, welche die Bakterien an die Temperatur stellen. Zu ihrem Fortkommen gebrauchen die meisten eine Temperatur von 10—40° C. Die Saprophyten gedeihen am besten bei einer mittleren Temperatur von 20—25°, die pathogenen bei Körpertemperatur von 35—40°. Bei hoher Temperatur über 60°, sowie bei einer sehr niederen von 0° und darunter stirbt die Mehrzahl

ab. Es giebt jedoch auch solche, welche bei Gefriertemperatur, sowie andere, die bei einer Temperatur von 60—70⁰ nicht nur existieren, sondern denen sogar diese Temperatur Lebensbedürfnis ist, da sie bei niedrigerer Temperatur nicht zur Entwickelung kommen (Thermophile Bakterien).

Der direkten Einwirkung des Sonnenlichts erliegen die Bakterien in kurzer Zeit; auch die resistenten Dauerformen werden durch dasselbe vernichtet. Diffuses Licht tötet einzelne Bakterienarten ebenfalls, aber erst nach mehreren Tagen (Tuberkelbacillen).

Wie die Existenzbedingungen der Schizomyceten sehr verschiedenartige, so auch ihre Lebensäusserungen.

Die wichtigste Funktion, welche vielen Spaltpilzen zukommt, ist die Erzeugung der Fäulnis, die Zerlegung der Eiweisskörper in niedere Verbindungen, welche dann wiederum von den höheren Pflanzen aufgenommen und als solche zur Ernährung der Tiere verwandt werden können. Als Fäulniserreger vermitteln die Bakterien den Kreislauf der Elemente; ohne sie würde das organische Leben in kürzester Zeit ein Ende finden.

Die bei der Fäulnis sich abspielenden Prozesse sind sehr mannigfaltige.

Bei der sogenannten »stinkenden Fäulnis« werden die Eiweisskörper erst peptonisiert, dann in eine grosse Anzahl verschiedener chemischer Verbindungen zerlegt, hauptsächlich in Fettsäuren, Trimethylamin, Ammoniak, Schwefelammonium, Indol, Skatol u. s. w., während bei der »Verwesung«, einem der Fäulnis ähnlichen Prozess, unter reichlicher Sauerstoffzufuhr als Endprodukte Wasser, Kohlensäure, salpetrige Säure und Salpetersäure (Nitrifikation) entstehen.*)

Ist die Fäulnis ausschliesslich auf Bakterienwirkung zurückzuführen, so wird die »Gährung« zumeist von Sprosspilzen, aber auch von einzelnen Bakterienarten, hervorgerufen. So die Vergährung des Milchzuckers beim Sauer-

*) Nach neueren Untersuchungen besitzen viele Bakterien die Fähigkeit, aus den organischen Schwefelverbindungen des Nährsubstrats Schwefelwasserstoff zu bilden.

werden der Milch in Milchsäure und Kohlensäure, die schleimige oder Mannitgährung, bei welcher aus Zucker Mannit, eine schleimige Gummiart und Kohlensäure gebildet wird, die Vergährung von Stärke und Zucker in Buttersäure, die Sumpfgasgährung der Cellulose, die Essigsäuregährung des Alkohols, die ammoniakalische Gährung des Harnstoffs.

Erwähnt sei hier, dass verschiedene Bakterienarten Fermente (diastatische, invertierende, peptonisierende) zu bilden im Stande sind. Ferner, dass die meisten Bakterienarten die Reaktion der Nährböden, auf welchen sie kultiviert werden, mehren oder vermindern, was man durch Zusatz von Lackmus zum Nährboden sichtbar machen kann.

Vom hygienischen Standpunkte verdienen die Spaltpilze das meiste Interesse, weil sie den Menschen krank zu machen im stande sind. Sie vermögen das auf zweierlei Weise: durch Intoxikation und durch Infektion.

Unter Intoxikation versteht man eine Vergiftung des menschlichen Körpers, hervorgerufen durch Substanzen, welche von den Mikroorganismen ausserhalb des menschlichen Körpers erzeugt sind, während man Infektion die Erkrankung des Körpers nennt, bei welcher die Bakterien erst im Körper sich vermehren und durch die von ihnen dort erzeugten Stoffwechselprodukte die schädliche Wirkung hervorbringen.

Die Ursache der Intoxikation sind Saprophyten, welche bei ihrer Hauptthätigkeit, der Fäulniserregung, gelegentlich auch die gefährlichen Intoxikationsprodukte hervorbringen, wenn sie Stoffe befallen, welche für die menschliche Ernährung bestimmt sind. So sind Fleisch-, Fisch-, Muschel-, Wurst-, Milch-, Käsevergiftungen beobachtet worden bei Genuss von Nahrungsmitteln, welche schon einer mehr oder minder ausgesprochenen Fäulnis unterlegen waren. Die Bakterien brauchen dann bei der Erkrankung gar keine Rolle mehr mitzuspielen; die Intoxikation tritt dann doch ein, auch wenn die Nahrung vor dem Genuss gekocht und die ursprüngliche Ursache, die Mikroorganismen, vernichtet ist.

Ursache der Infektion sind die sogenannten Infektionserreger oder pathogenen Mikroorganismen.

Die Stoffe nun, welche bei der Intoxication sowohl, wie bei der Infektion die Krankheit hervorrufen, werden Ptomaïne oder Toxine genannt. Die Bezeichnung Ptomaïne rührt von πτῶμα Leichnam her und ist entstanden, weil man zuerst in menschlichen Kadavern, welche eine Zeit lang gefault hatten, derartige Körper gefunden hat. Es sind stickstoffhaltige, basische, den pflanzlichen Alkaloiden ähnliche Verbindungen von komplizierter Zusammensetzung, welche besonders durch Nencki und Brieger genauer untersucht und chemisch rein dargestellt worden sind.

Unter den zu den Ptomaïnen zu rechnenden Körpern sind nur einzelne — die Toxine — giftig.

Ungiftig sind:

Neuridin, Cadaverin, Putrescin, Cholin, welche alle aus verwesenden Leichenteilen hergestellt wurdcn.

Giftige Wirkung haben:

Peptotoxin (in manchen Peptonen enthalten), Neurin (im faulenden Fleisch), Muscarin (das Gift des Fliegenpilzes, auch in faulendem Fischfleisch gefunden).

Aus Kulturen rein gezüchteter pathogener Bakterien sind bisher noch dargestellt worden:

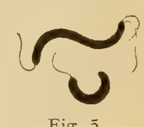
Ein Ptomaïn, welches beim Wachstum von Typhusbacillen entsteht, eine ungiftige Base aus Kulturen des Staphylococcus aureus auf Fleischbrei, das Tetanin und Tetanotoxin aus Kulturen des Tetanusbacillus und der Extremität eines an Tetanus gestorbenen Menschen u. s. w.

Von den Ptomaïnen oder Toxinen chemisch wohl zu unterscheiden, in ihrer Wirkung aber ihnen sehr ähnlich und ebenfalls zu den Stoffwechselprodukten der Mikroorganismen gehörig, sind gewisse Eiweisskörper, welche man Toxalbumine genannt hat. Solche Toxalbumine sind dargestellt aus den Kulturen der Diphtherie-, der Typhus- und der Tetanusbacillen u. s. f.

Von bedeutend geringerer hygienischer Bedeutung ist die Fähigkeit bestimmter Bakterienarten, verschiedenartige Farb-

stoffe zu bilden, wie auch einzelne zu phosphorescieren, im Dunklen zu leuchten vermögen.

Endlich ist noch die Fähigkeit einiger Bakterienarten, sich selbständig fortzubewegen, zu erwähnen. Diese Beweglichkeit beruht auf der Thätigkeit feiner Cilien oder Geisselfäden, wie sie in Fig. 5 wiedergegeben sind. Das Vermögen, sich von der Stelle zu bewegen, kommt allen Bakterienarten, den Kokken, Bacillen und Spirillen zu; unter den Coccen sind jedoch bisher nur wenige bewegliche Arten bekannt.


Fig. 5. Spirillen mit Geisselfäden.

Die Bewegung ist bei den verschiedenen Arten eine gleiche. Einzelne fliegen mit grosser Geschwindigkeit durch das Gesichtsfeld des beobachteten Objekts, andere wiederum bewegen sich nur langsam von ihrem Platze.

Von dieser selbständigen Locomotion ist übrigens wohl zu unterscheiden die Brown'sche Molekularbewegung, unter der man die zitternde Bewegung kleinster Objekte an demselben Ort versteht.

Auch aus der grossen Zahl der Spaltpilze seien hier nur diejenigen genannt, welche infolge ihrer weiten Verbreitung oder ihnen besonders zukommender, das Wohl des Menschen beeinflussender Eigenschaften ein allgemeines Interesse haben.

A. Mikrococcen.

Diplococcus pneumoniae (Fränkel, Weichselbaum).*) Oval (Fig. 6) gestalteter Diplococcus, welcher sich im Auswurf Lungenkranker, besonders im rostbraunen Sputum an kroupöser Pneumonie Erkrankter, (sehr häufig, aber nicht immer), dann auch bei Erkrankungen, welche sich an eine Pneumonie anschliessen wie Meningitis cerebrospinalis, Pericarditis, Endocarditis, Peritonitis findet (übrigens auch im normalen Sputum gesunder Menschen) und wahrscheinlich die Ursache der croupösen Pneumonie ist.


Fig. 6. Diplococcus pneumoniae (Fränkel-Weichselbaum). (Vergr. 1000-fach.)

Gonorrhoecoccus (Neisser) (Fig. 7). Semmel-

*) Die Namen der Autoren, welche den Mikroorganismus zuerst eingehend beschrieben haben, sind stets in Klammern beigefügt.

förmige Diplococcen mit zwei flachen, einander zugekehrten Seiten; ist in jedem Sekret gonorrhoïscher Schleimhautentzündung zu finden, welche von ihm hervorgerufen wird.



Fig. 7.
Gonorrhoecoccus (Neisser).
(Vergröss. 1000-fach.)

Mit den reingezüchteten Gonococcen ist bei Menschen Gonorrhoe hervorgerufen worden.

Die Gonorrhoecoccen sind zuerst auf Blutserum (menschl. Blutserum aus Placenten gewonnen), später auf einer Mischung von Blutserum und gewöhnlichem Agar, ferner auf flüssigem menschlichen Blutserum, welches mit der doppelten Menge von Nährbouillon vermischt war, gezüchtet worden.

Streptococcus pyogenes (Rosenbach, Passet) (Fig. 8). In Ketten bis zu dreissig Kugeln; kommt in den verschiedenartigen Eiterungen vor.



Fig. 8.
Streptococcus pyogenes.
(Vergröss. 1000-fach.)

Streptococcus erysipelatis (Fehleisen). Die kleinen, paarweise oder in langen Ketten aneinanderliegenden, dem Streptococcus pyogenes morphologisch gleichenden Coccen bilden die Ursache des Rotlaufs und werden in den Lymphbahnen der Haut Erysipelatöser gefunden.

Staphylococcus pyogenes aureus (Rosenbach, Passet). (Fig. 9). Mittelgrosse Coccen, welche sehr weit verbreitet in Luft, Spülwasser und Erde zu finden sind. Sie sind die Ursache der meisten beim Menschen vorkommenden Eiterungen.

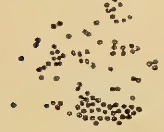


Fig. 9.
Staphylococcus pyogenes aureus.
(Vergr. 1000-fach.)

Staphylococcus pyogenes albus (Rosenbach, Passet). Morphologisch und physiologisch dem St. p. aureus gleich, ist nur seltener als dieser und wächst auf Agar-Agar mit weisser Farbe, während der vorhergehende goldgelb wächst.

Unter den für die Menschen nicht pathogenen Mikrococcen ist zu nennen:

der Mikrococcus tetragenus (Koch) (Fig. 10), der sich gelegentlich im Auswurf Kranker (besonders bei Lungencavernen), aber auch im Sputum Gesunder findet. Wie sein Name andeutet, liegen meist vier beisammen.



Fig. 10.
Mikrococcus tetragenus.
(Vergr. 1000-fach.)

Der Mikrococcus ureae (Pasteur) findet sich in faulendem Harn vor, wo er die Ueberführung des Harnstoffs in kohlensaures Ammon verursacht. (Diese Umsetzung kann übrigens auch durch andere Mikroorganismen hervorgerufen werden). Verschiedene Sarcinearten finden sich häufig in der Luft, im Bier, auch im Wasser. Die sarcina ventriculi (Fig. 11) wird im Mageninhalt von Menschen und Tieren oft beobachtet.

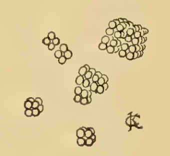


Fig. 11.
Sarcina ventriculi.
(Vergr. 1000-fach.)

B. Bacillen.

Der Tuberkelbacillus (Koch, Baumgarten [Fig. 12]) ist der Erreger der unter Menschen und Tieren verbreitetsten, in den verschiedensten Formen (T. der Lungen [Phthisis], des Darmes, der Hirnhäute [Meningitis tub.], der Gelenke, der Haut [Lupus], der Drüsen [Scrophulosis] u. s. w.) auftretenden Tuberkulose und ist bei allen tuberkulösen Erkrankungen aber auch nur bei diesen zu finden. Die unbeweglichen Bacillen sind 2—5 μ lang, öfters leicht geknickt, sie enthalten häufig sporenähnliche Gebilde, die jedoch sehr wahrscheinlich keine Dauerformen sind. Die Kultur der Bacillen aus tuberkulösen Drüsen und anderen tuberkulös degenerierten Geweben ist zuerst auf erstarrtem Blutserum geglückt, wo die Kolonien nach acht- bis zehntägigem Stehen bei Körpertemperatur mattweisse, trockene Schüppchen bilden. Leichter und schneller sind sie auf einem 4- bis 6 % Glycerin haltigen Agar-Agar (Nocard-Roux) zu züchten. In neuerer Zeit sind noch verschiedene andere Züchtungsmethoden auf pflanzlichen Nährböden angegeben worden. Koch und Kitasato ist es auch gelungen, die Bacillen direkt aus phthisischem Sputum herauszuzüchten.

Fig. 12.
Tuberkelbacillen.)
(Vergr. 1000-fach.)

Die Färbung der Bakterien erfordert spezielle Methoden, da sie die Anilinfarben unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht leicht aufnehmen, wenn sie sie aber aufgenommen haben, sehr energisch festhalten. Die gebräuchlichsten Färbemethoden sind die von Ehrlich und weiterhin von B. Fränkel-Gabett (s. weiter unten).

Der Rotzbacillus, B. mallei (Löffler-Schütz [Fig. 13]), hat ungefähr die Grösse der Tuberkelbacillen, ist nur etwas breiter als jene und auch nicht beweglich. Er findet sich stets in den sogenannten Rotzknötchen der hauptsächlich bei Pferden und Eseln (bei Rindern nicht) vorkommenden Rotzerkrankungen. Die Infektion erfolgt beim Menschen gelegentlich durch kleinere Verletzungen der Haut; sie führt sicher zum Tode. Auf erstarrtem Blutserum bildet er bei 37° kultiviert zahlreiche kleine durchscheinende Tröpfchen, auf Kartoffeln einen braunen, kleisterähnlichen Belag. Am besten gedeiht er auf Glycerin Agar-Agar in Form eines mattweisslichen, durchsichtigen Streifens.



Fig. 13. Rotzbacillus. (Vergr. 1000-fach.)

Der Milzbrandbacillus, B. Anthracis (Pollender, Davaine, Koch) (Fig. 14) findet sich im Blut und in den Organen der an Milzbrand gestorbenen Tiere. Er gehört zu den grössten Bacillen; die Stäbchen sind 3—20 μ lang und 1.0—2.5 μ breit, die Enden sind scharf abgeschnitten. In Bouillon kultiviert wächst er zu langen Fäden aus. Die Bacillen sind unbeweglich. Auf Nährsubstraten (niemals im Tierkörper) bildet er bei günstiger Temperatur 18—42° (Optimum bei 30°) Sporen, welche sehr resistent sind. Die Sporenbildung tritt erst bei beginnender Erschöpfung des Nährbodens ein. Der Milzbrandbacillus ist auf den verschiedenen Nährböden leicht zu kultivieren. Auf Gelatine entstehen sehr charakteristische Kolonien (Fig. 15), indem vom Centrum aus in grossen Mengen vielfach gewundene, peitschenförmige Fäden auswachsen. Kleinere Tiere,



Fig. 14. Milzbrandbacillen. (Vergr. 1000-fach.)



Fig. 15. Milzbrandkolonien (*a* tiefliegend, *b* oberflächlich) auf Gelatine. (Vergrösserung 60-fach.)

Mäuse, Kaninchen und Meerschweinchen sind für Milzbrand sehr empfänglich und sterben ein bis zwei Tage nach der Impfung. Auch unter grösserenTieren (Schafen, Rindern, Pferden, bei welchen die Infektion meist vom Darm aus erfolgt), verursacht er häufig mörderische Epidemien. Der Mensch ist gegen Milzbrand ziemlich unempfänglich. Nach Infektionen bei äusseren Verletzungen entsteht gewöhnlich nur eine lokale Erkrankung, die sogenannte pustula maligna; der gesamte Organismus wird bei rechtzeitiger Behandlung der Primärerkrankung meist nicht ergriffen. Selten kommen bei Genuss inficierter Nahrung (Milch) Infektionen vom Magen-Darmkanal aus vor.

Bei Einatmung milzbrandsporenhaltigen Staubs wird gelegentlich primärer Lungenmilzbrand beobachtet, so bei der sogenannten „Hadernkrankheit“, welche bei Arbeitern in Papierfabriken, denen das Sortieren der Lumpen obliegt, vorkommt.

Der Typhusbacillus (Eberth, Koch, Gaffky) (Fig. 16), findet sich im Harn, Faeces, Blut und in den Organen Typhöser. Das leicht bewegliche, ringsum mit Cilien besetzte kurze Stäbchen hat abgerundete Ecken. Sporen bildet es nicht; was man früher als solche aufgefasst hat, ist nur verdichtetes Protoplasma, das Farbstoffe begierig aufnimmt. Die vermeintlichen Sporen sind nur als Involutionsformen zu betrachten.

Fig. 16.
Typhusbacillen.
(Vg. 1000-fach.)

Der Typhus-B. wächst sehr leicht auf den gewöhnlichen festen Nährböden. Sein Wachstum ist dem einer ganzen Anzahl anderer Bakterien, insbesondere dem der Gruppe des Bacillus coli communis, sehr ähnlich. Früher galt als charakteristisch für die Typhusbacillen das Wachstum auf Kartoffeln, auf welchen sie einen kräftigen, für das unbewaffnete Auge aber kaum sichtbaren Rasen bilden. Als sichere Kennzeichen für die Typhusbacillen sind jedoch nur zu betrachten, wenn sie in steriler Milch wachsen, ohne diese zur Gerinnung zu bringen und wenn sie bei Züchtung in Bouillon in sogenannten Gährungsröhrchen (U-förmig gebogene, auf der einen Seite zugeschmolzene Glasröhrchen) Gas nicht entwickeln und auf

neutraler Molke (Milchserum) nur sehr geringe Säuremengen bilden.

Von Elsner ist in jüngster Zeit folgende Differenzierungsmethode angegeben worden. Gewöhnliche Gelatine wird mit einem Kartoffelauszug (1/2 kg auf 1 Liter Wasser) gekocht und durch Zusatz von Normal-Natronlauge nur soweit neutralisiert, wie dies schon von Holz angegeben war — auf 10 ccm Gelatine 2.0—3.0 ccm 1/10 N. Na OH. Die schwach sauere Gelatine wird mitfiltriert, mit 1 % Jodkali versetzt, sterilisiert. Auf einer derartigen Gelatine wachsen fast nur das Bact. coli und der Typhus-Bacillus. Ersteres wächst wie auf allen sauren Nährböden, der letztere jedoch in einer von dem Bact. coli leicht zu unterscheidenden Weise und zwar erst nach 48 Stunden in Form kleiner, hellglänzender, Wassertropfen ähnlicher, äusserst fein granulierter Kolonien.

Endlich möge noch auf eine Reaktion aufmerksam gemacht werden, welche Gruber auf Grund neuerer Untersuchungen über aktive und passive Immunität gegen Cholera und Typhus angegeben hat. Gruber fand, dass, wenn man Cholera- oder Typhuskulturen mit Anticholera- bezw. Antityphusserum zusammenbringt, in kürzester Zeit, höchstens 10—15 Minuten, die Bakterien sich zusammenballen. Die Agglomeration derselben wird durch „Agglutinine“ hervorgebracht, welche im Immunserum vorhanden, die Membranen der Bakterien zum Verquellen bringen und dadurch die Bakterien an ihrer Oberfläche klebrig machen.

Tritt die Agglomeration, d. h. die vollständige Hemmung der Eigenbewegung und Zusammenballung momentan nach Vermischung der Bouillonkultur mit dem Antiserum ein, so hat die Diagnose (Typhus resp. Cholera) die allergrösste Wahrscheinlichkeit für sich.

Die Spezifizität des Bacillus als Erreger des Typhus ist mit aller Sicherheit noch nicht erwiesen, da Tiere für diese Krankheit unempfänglich, zu Experimenten mit Kulturen des Bacillus kein geeignetes Material abgeben. Das fast regelmässige Vorkommen bei Typhusfällen und zwar nur bei solchen lässt ihn jedoch mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit als Ursache des Typhus abdominalis erscheinen.

Der Syphilisbacillus ist von Lustgarten mit einer komplizierten Färbemethode in den Geweben und Sekreten Syphilitischer sichtbar gemacht worden. Der Grösse nach den Tuberkelbacillen ähnlich, bildet er häufig gebogene, schwach S-förmig gekrümmte Stäbchen. Ob er wirklich der Erreger der Syphilis ist zum mindesten sehr zweifelhaft, da im Smegma prätuliale und vulvare Nichtsyphilitischer dieselben Bacillen nachgewiesen werden konnten und da alle Kulturversuche, welche zu beweisenden Resultaten hätten führen können, bisher erfolglos waren.

Der Leprabacillus (Hansen) findet sich in den Knoten der an Lepra Erkrankten, einer in Europa nur noch in einzelnen Teilen (Spanien und Norwegen) vorkommenden Krankheit. Die Bacillen sehen den Tuberkelbacillen ähnlich; die Bacillen sind nicht beweglich. Die Kultur der Bacillen soll gelungen sein, aber ohne dass es möglich gewesen ist, mit den kultivierten Bakterien bei Versuchstieren Lepra zu erzeugen; es ist also ein sicherer Beweis für die Pathogenität der Leprabacillen noch nicht erbracht.

Der Influenzabacillus (R. Pfeiffer, Canon) findet sich konstant und ausschliesslich in dem Sekret, welches von den erkrankten Schleimhäuten des Nasenrachenraumes bei Influenza abgesondert wird. In dem Inhalt erkrankter Bronchien von Personen, welche an Influenza gestorben sind, ist er in Reinkultur gefunden worden. Ferner wird er, wenn auch selten, im Blute von Influenzakranken beobachtet. Der Influenzabacillus ist ein sehr kleines, dünnes, nicht bewegliches, streng aërobes Stäbchen mit abgerundeten Enden, welcher sich auf den gewöhnlich gebrauchten Nährböden nicht züchten lässt, wohl aber auf Agar-Agar, wenn dieser mit Blut von Menschen, Kaninchen, Meerschweinchen, Fröschen, am besten Tauben, bestrichen wird.

Der Diphtherie-Bacillus (Klebs-Löffler) (Fig. 17) findet sich in den erkrankten Schleimhäuten an Diphtherie Leidender. Er ist unbeweglich, ungefähr so lang wie der Tuberkelbacillus, aber doppelt so breit wie dieser und hat abgerundete Ecken. Die Bacillen sind häufig unregelmässig geformt, an einem oder beiden Enden kolbig verdickt (hantelförmig). Sie

bilden keine Sporen und gehen eingetrocknet oder auf 60 bis 70° erwärmt, rasch zu Grunde. Zu ihrer Kultivierung eignen sich die verschiedensten Nährböden, besonders üppig gedeihen sie auf dem Löfflerschen Zuckerbouillon-blutserum (3 Teil Rinderserum, 1 Teil einer 1 % Zuckerbouillon). Der sichere Beweis ihrer spezifischen Pathogenität ist schwer zu führen. Es gelingt, mit den Bakterien in der Trachea von Kaninchen, Tauben und Hühnern Pseudomembranen hervorzurufen. Hierdurch und durch das stete Vorkommen der Bacillen bei allen Fällen genuiner Diphtherie ist es sehr wahrscheinlich, dass der Bacillus der wirkliche Erzeuger der Diphtherie ist. Dem Diphtherie-Bacillus in Kultur und Aussehen sehr ähnlich, vielleicht nur eine nicht virulente Abart desselben ist



Fig. 17. Diphtherie-bacillen. (Vergröss. 1000-fach.)

der Pseudodiphtheriebacillus (Löffler, v. Hofmann), welcher im Mund und der Rachenhöhle nicht selten vorkommt, neuerdings noch auf der Conjunktiva des Auges in normalen und pathologischen Fällen beobachtet wurde. Von dem echten Diphtherie-Bacillus ist er dadurch zu unterscheiden, dass er, wenn er in alkalischer Bouillon gezüchtet wird, deren Reaktion unverändert lässt; beim Diphtherie-Bacillus wird die Reaktion der Bouillon sauer.

Der Tetanusbacillus (Nicolaier) (Fig. 18) kommt häufig in der Gartenerde, dann auch im Staub, Kehricht, Dünger und faulenden Flüssigkeiten vor. Er ist beweglich und bildet schlanke, häufig zu Fäden auswachsende Stäbchen mit runden, resistenten, endständigen Sporen (Trommelschlägelform). Die Reinkulturen gelingen nur bei vollständigem Luftabschluss; sie verbreiten nach einiger Zeit einen unangenehmen Geruch. Auf empfängliche Tiere (Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen) übertragen, verursacht der Bacillus den für die Krankheit charakteristischen Starrkrampf, welchem die Tiere in wenigen Tagen erliegen.

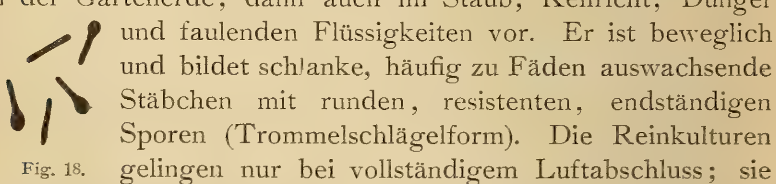


Fig. 18. Tetanus-bacillen. (Vergrössert 1000-fach.)

Der Bacillus des malignen Oedems (Koch) (Fig. 19), welcher wahrscheinlich mit dem von Pasteur bei Septicämie gefundenen und von ihm Vibrion septique genannten

identisch ist, ist sehr weit verbreitet und kommt im Boden, Staub und Schmutz verschiedenster Abstammung vor. Die lebhaft beweglichen Oedembacillen bilden schlanke, dünne Stäbchen, die häufig in lange, bogig gekrümmte Fäden auswachsen. Die Sporen treten am Ende oder in der Mitte der Bacillen auf. Seine Kultur gelingt ebenfalls nur bei vollständigem Sauerstoffabschluss. Tieren eingeimpft führt er innerhalb weniger Tage zum Tode. Von der Impfstelle geht ein weit verbreitetes subkutanes Oedem aus, die ganze Umgebung ist mit einer rötlichen, stark bacillenhaltigen Flüssigkeit durchsetzt. Die Erkrankung kommt, wenn auch selten, beim Menschen vor, wenn bei komplizierten Knochenbrüchen oder tiefen Wunden deren Verunreinigung stattgefunden; sie führt schnell zum Tode.



Fig. 19.
Bacillus des malignen Oedems.
(Vergr. 1000-fach.)

Die Pneumoniebacillen (Friedländer und Frobenius) (Fig. 20) wurden früher für die Erreger der croupösen Pneumonie gehalten; es sprechen jedoch mehrfache Gründe gegen die Richtigkeit dieser Vermutung. In der Kultur und dem Verhalten gegen Versuchstiere ist ihnen sehr ähnlich



Fig. 20.
Pneumoniebacillen (Friedländer).
(Vergr. 1000-fach.)

der Rhinosclerom-Bacillus (Paltauf und v. Eiselsberg), welcher aus den bei Rhinosclerom an der Nase und deren Umgebung vorkommenden Knoten gezüchtet wird.

Der Bacillus der Bubonenpest wurde von Yersin 1894 in Hongkong als Ursache der Pest erkannt. Der kurze, dicke Bacillus hat abgerundete Enden, ist unbeweglich. Er findet sich vor in sehr schweren Fällen im Blute, stets aber in grossen Mengen in den geschwollenen Lymphdrüsen (Pestbeulen) der Erkrankten. Die meisten Versuchstiere sind mit den Bacillen subkutan leicht zu infizieren und gehen nach wenigen Tagen zu Grunde.

Der Streptobacillus ulceris mollis (Ducrey, Unna) findet sich in allen Fällen von ulcus molle. Seine Lagerung und sein Verhalten sprechen dafür, dass er der Erreger des ulcus molle ist, obwohl bisher seine Reinkultur noch nicht

gelungen und daher Versuche mit dem reingezüchteten Bacillus nicht angestellt werden konnten.

Ueber die Bedeutung der Proteusarten als Infektionserreger s. Seite 33.

Für den Menschen nicht pathogen ist der Rauschbrandbacillus (Feser, Bollinger, Kitasato), welcher Rinder, Schafe und Ziegen bestimmter Gegenden (Bayern, Baden, Schleswig-Holstein) häufig befällt. Die Krankheit verläuft tödlich. Bei der Sektion finden sich stark emphysematöse Haut- und Muskelgeschwülste, die bei Berührung „rauschen". Die Muskeln sind schwarz verfärbt. Der Bacillus ist sowohl in diesen Geschwülsten, als auch in den blutigen Transsudaten der serösen Körperhöhlen zu finden. Es sind teils gerade, teils in der Mitte oder am Ende kolbig angeschwollene Stäbchen, welche beweglich sind und Sporen bilden. Der Bacillus wächst anaërob.

Der Bacillus des Schweinerotlaufs (rouget oder mal rouge de porcs [Löffler, Schütz]) (Fig. 21) verursacht eine häufig auch in einzelnen Teilen Deutschlands, besonders Baden auftretende Seuche, welche bei schneller Verbreitung mehr als die Hälfte der befallenen Tiere vernichtet. Die kleinen, schlanken, beweglichen Stäbchen sind im Blute und in sämtlichen Organen der befallenen Tiere zu finden. Sie lassen sich leicht kultivieren und zeigen auf Gelatine (auf der Platte, wie in der Stichkultur) ein charakteristisches Wachstum.



Fig. 21. Bacillen des Schweinerotlaufs. (Vergröss. 1000-fach.)

Mit dem Bacillus des Schweinerotlaufs identisch ist wahrscheinlich der Bacillus der Mäusesepticaemie, welcher von Koch aus faulenden Flüssigkeiten gezüchtet wurde.

Der Bacillus der Hühnercholera (Pasteur) (Fig. 22) findet sich im Blute, den Organen und den Faeces des an Hühnercholera erkrankten Geflügels. Der unbewegliche Bacillus bildet kurze, an den Enden abgerundete Stäbchen. Bei seiner Färbung nimmt er den Farbstoff nicht gleichmässig, sondern nur an den Enden auf; das Mittelstück bleibt ungefärbt.

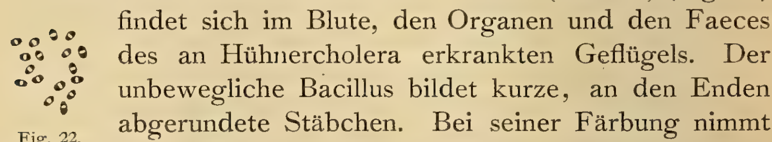


Fig. 22. Bacillen der Hühnercholera. (Vg. 1000-fach.)

Mit dem Bacillus der Hühnercholera sind identisch oder

wenigstens sehr nahe verwandt: der Bacillus der Kaninchen-Septicaemie (Gaffky), der Bacillus der Schweineseuche (Löffler-Schütz), der Bacillus der Entencholera (Cornil), der Bacillus der Wildseuche (Kitt, Hüppe).

Von den farbstoffbildenden Bacillen sind folgende zu erwähnen:

Der Bacillus pyocyaneus findet sich im grünen Eiter. Die geimpften festen Nährböden nehmen fluorescierende Farbe an. Die Bacillen sind kurz und lebhaft beweglich.

Der Bacillus prodigiosus kommt in der Luft, auf feuchtem Brot, gekochten Kartoffeln, Fleisch, Milch u. s. w. vor und bildet dort, wie auf festen Nährböden, (auf Kartoffeln besonders schön sichtbar), bei Zimmertemperatur, nicht bei Bruttemperatur, einen purpurroten Farbstoff, der in früheren Zeiten den Glauben an Wunder erregte. Der bewegliche Bacillus ist sehr kurz, weshalb er früher für einen Coccus gehalten wurde.

Der Bacillus lactis cyanogenes, B. der blauen Milch (Hüppe, Neelson) kommt gelegentlich in der Milch vor, wo er sich durch eine intensive Blaufärbung der Milch verrät. Die kleinen lebhaft beweglichen Bacillen erzeugen auch auf festen Nährböden einen blauen, manchmal einen deutlich grünen Farbstoff, der allmählich dunkler, schliesslich braun oder schwarz wird. Längere Zeit auf festen Nährböden gezüchtet, vermögen die Bakterien nicht mehr den Farbstoff zu bilden.

Als Gährungserreger haben besonderes Interesse und allgemeine Verbreitung der Bacillus acidi lactici (Hüppe), welcher die häufigste Ursache des Sauerwerdens der Milch und aus solcher leicht rein zu züchten ist. Das kurze plumpe Stäbchen ist unbeweglich und bildet endständige, kugelige, stark lichtbrechende Sporen. Es veranlasst die Zerlegung des Milchzuckers in Milchsäure und Kohlensäure, was sekundär die Ausfällung des Caseïns zur Folge hat. Die Fähigkeit, aus Milchzucker Milchsäure zu bilden, kommt übrigens ausser dem oben genannten noch anderen Mikroorganismen zu, so dem von Grotenfeld beschriebenen Milchsäurebacillus.

Der Bacillus butyricus, Buttersäurebacillus (Hüppe) ist ebenfalls aus Milch gezüchtet. Die verschieden langen, schlanken Stäbchen sind sehr beweglich und bilden mittelständige, glänzende, eirunde Sporen. Das Vermögen der Buttersäurebildung besitzt in noch ausgesprochenerem Maasse der

Bacillus amylobacter, auch Clostridium butyricum (Prazsmowsky, Pasteur) genannt. Die lebhaft beweglichen Bacillen sind gross und dick und haben abgerundete Ecken. Bei der Sporenbildung nehmen die Stäbchen Spindel- und Kaulquappenform an. Züchtungsversuche des anaëroben Bacillus auf festen Nährböden sind noch nicht sicher geglückt. Das Clostridium erzeugt in Lösungen von Stärke, Zucker, Dextrin oder milchsauren Salzen reichlich Buttersäure, wobei gleichzeitig Kohlensäure und Wasserstoff entwickelt wird.

Endlich seien noch aus der grossen Zahl der Saprophyten (Fäulniserreger) mehrere Arten genannt. Es sei gleich bemerkt, dass einige von ihnen auch Krankheiten hervorzurufen im stande sind.

Bacterium Termo (Dujardin, Vignal). Unter diesem Namen, der noch aus der Zeit stammt, wo die neueren Züchtungsmethoden auf festem Nährboden noch nicht zur Verfügung standen, sind eine ganze Reihe verschiedener Arten kleiner, 1,5 bis 2 μ langer sehr beweglicher Bacillen zu verstehen, welche sich in allen Fäulnisgemischen, in der Mundhöhle u. s. w. aufhalten.

Bacterium coli commune (Escherich) (oder richtiger die zum Bact. c. c. gehörige Bakteriengruppe) ist ein steter Bewohner des menschlichen (gewöhnlich auch des tierischen) Darmkanals. Im Wachstum auf Gelatine ähnelt es den Typhusbacillen (s. diese). Nach neueren Untersuchungen scheinen virulente Formen der Coli-Gruppe die Ursache mannigfacher Erkrankungen (Peritonitis, Nephritis, Cystitis u. s. w.) werden zu können.

Eine Anzahl Fäulnisbakterien sind von Hauser unter dem Namen Proteus vulgaris, P. mirabilis, P. Zenkeri beschrieben worden. Den Namen Proteus haben sie erhalten, weil die Bacillen häufig Involutionsformen und eigentümlich gewundene und geschlängelte, haarflechtenartig gedrehte

Fäden bilden und hierbei ihre Gestalt verändern. Der Proteus vulgaris ist in einem Falle als Erreger einer kleinen Epidemie von Fleischvergiftungen gefunden worden. Ferner müssen nach neueren Untersuchungen (Jaeger) die Proteusarten als Erzeuger des infektiösen, fieberhaften Icterus betrachtet werden.

Am häufigsten kommt P. vulgaris vor, ein sehr bewegliches, leicht gekrümmtes Stäbchen von wechselnder Länge, welches in faulenden tierischen Substanzen, im Mekoniumkot, im Wasser u. s. w. zu finden ist.

Der Heubacillus, B. subtilis (Ehrenberg) gehört zu den verbreitetsten Mikroorganismen. Er findet sich in faulenden Flüssigkeiten, Faeces, Luft, Wasser, Erde und im Heuinfus, woher er seinen Namen erhalten hat. Die beweglichen Stäbchen sind den Milzbrandbacillen ähnlich, aber etwas schwächer und an den Enden nicht eckig, sondern abgerundet; sie wachsen häufig zu langen Fäden aus. Seine weite Verbreitung verdankt er der hervorragenden Resistenz der von ihm gebildeten eiförmigen, stark glänzenden Sporen, welche trockene Hitze von 120° C. länger als eine Stunde vertragen.

Zu den Kartoffelbacillen gehören mehrere Bacillenarten mit sehr widerstandsfähigen Sporen, welche sich im Boden befinden und den Schalen der Kartoffeln fest anhaften. Infolge der grossen Widerstandsfähigkeit ihrer Sporen, welche sich nur schwer sterilisieren lassen, kann man sie häufig bei Kulturen auf Kartoffelscheiben sich unerwartet entwickeln sehen. Die bekanntesten sind die Bac. mesenterici vulgatus, fuscus, ruber und der Bac. multipediculus.

C. Spirillen.

Recurrens Spirille, Spirochaete Obermeieri (Fig. 23). Die lebhaft beweglichen Spirillen sind 16—40 μ lang und zeigen gleichmässige Schraubenwindungen mit sichtbaren Geisseln. Sie kommen stets und ausschliesslich im Blut von Kranken vor, welche an dem vom Typhus abdominalis wohl zu unterscheidenden Typhus recurrens erkrankt sind, aber nur während der Fieberanfälle. Da es auch gelungen

ist, mit dem spirillenhaltigen Blute solcher Kranker gesunde Menschen sowohl, als auch Affen zu infizieren, sind sie für die Ursache des T. recurrens zu halten, obwohl es bisher noch nicht geglückt ist, sie ausserhalb des menschlichen Körpers zu züchten und mit der Reinkultur Infektionsversuche anzustellen.

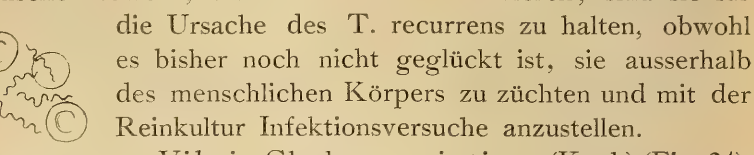


Fig. 23. Recurrens Spirille. (Vg. 1000-fach.)

Vibrio Cholerae asiaticae (Koch) (Fig. 24). Das leicht bewegliche Spirillum kommt gewöhnlich in kurzen, schwach gebogenen Stäbchen mit abgerundeten Enden vor, weshalb es von Koch den Namen „Kommabacillus" erhalten hat. Es gehört jedoch, da es unter bestimmten Verhältnissen zierlich gedrehte Schrauben von ziemlicher Länge bildet, zu den Spirillen. Seine Reinkultur gelingt leicht auf festen Nährböden und zeigt dort ein typisches Wachstum. Die Bildung von Arthrosporen ist nur von einem Autor (Hüppe) beobachtet, später nicht mehr bestätigt worden. Der Mikroorganismus ist von Koch und anderen Autoren in allen Fällen von Cholera asiatica in den Entleerungen der Kranken und dem Darminhalt und den Darmwandungen der an Cholera Gestorbenen gefunden worden.

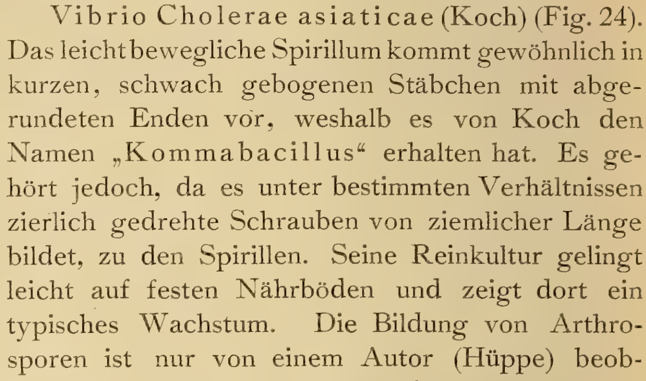


Fig. 24. Cholera Vibrio. (Vg. 1000-fach.)

Zur Zeit der Hamburger Choleraepidemie wurde er auch in dem normalen Kot einzelner ganz gesunder Personen beobachtet.

In der Umgebung des Menschen hat ihn zunächst Koch in einem Tank (kleiner Teich) in Calcutta aufgefunden. Ferner ist er in den letzten Jahren in einer ganzen Reihe von Fällen im See-, Brunnen- und Flusswasser, auch auf einem Rieselfeld (Nietleben) nachgewiesen worden. Die vorausgegangene Verunreinigung durch Cholerakranke oder deren Wäsche oder Fäkalien u. s. w. war stets nachzuweisen. Sie sterben jedoch im nicht sterilen Wasser, wenn sie mit den weniger anspruchsvollen Saprophyten zu kämpfen haben, meist in sehr kurzer Zeit ab.

Die Choleravibrionen werden heute allgemein als die Erreger der Cholera asiatica betrachtet. Durch das Tierexperiment den Nachweis zu liefern, dass die Kommabacillen

die Erreger der asiatischen Cholera sind, musste zunächst daran scheitern, dass die Tiere gegen diese Krankheit immun und dass ihrer Wirkung im Darm die Passage durch den für ihre Existenz sehr schädlichen, sauren Magensaft ungünstig ist. Dennoch ist es Koch gelungen, durch Neutralisation des Magensaftes mit einer Lösung von kohlensaurem Natron und nachheriger Injektion von Opiumtinktur, die Versuchstiere (Meerschweinchen) mit Cholerakulturen so zu infizieren, dass sie in ein bis zwei Tagen der Infektion erlagen. Der Darm der gestorbenen Tiere zeigte dann eine intensive Rötung und einen dünnflüssigen Inhalt, in welchem die Cholerabacillen sehr zahlreich enthalten waren.

Auch haben sich gelegentlich bakteriologischer Untersuchungen mit dem Choleravibrio in einer cholerafreien Zeit einige Aerzte und ein Laboratoriumsdiener infiziert und sind unter den charakteristischen Erscheinungen der Cholera erkrankt; in den Darmentleerungen wurden die Kommabacillen nachgewiesen.

Alle diese Momente sind für die spezifische Pathogenität des Choleravibrio entscheidend.

Bei der schnellen Verbreitung der Cholera ist es notwendig, die zuerst auftretenden Fälle sofort als solche diagnostizieren zu können, damit der erste oder die ersten Fälle isoliert bleiben. Dies ist nur durch die Diagnostizierung der in den Entleerungen der Kranken enthaltenen Cholera-Vibrionen möglich, da das klinische Bild der Cholera asiatica dem der Cholera nostras sehr ähnlich ist. Zur Diagnose gehört (nach Koch):

1. Die mikroskopische Untersuchung.

Von einer dem Darminhalt resp. der Entleerung entnommenen Schleimflocke wird ein Deckglaspräparat gemacht und mit Ziehlscher Fuchsinlösung (s. diese bei Besprechung der Bakterienfärbung) gefärbt. In der Mehrzahl der Fälle, wenn Choleravibrionen vorhanden sind, kann der Geübte aus der Form und besonders der Anordnung der Vibrionen schon die Diagnose stellen. „Sie bilden nämlich Häufchen, in denen

die einzelnen Bacillen sämtlich dieselbe Richtung haben, so dass es so aussieht, als wenn ein kleiner Schwarm derselben, wie etwa Fische in einem langsam fliessenden Gewässer hinter einander herziehen."

2. Die Pepton-Kultur.

In Reagensgläser mit sterilisierter einprozentiger Peptonlösung, welche ein Procent Kochsalz enthält, werden einige Platinösen der Dejektion oder — wenn vorhanden — einige Schleimflöckchen eingebracht und bei einer Temperatur von 37° stehen gelassen, wobei sich die Cholerabakterien wegen ihres hohen Sauerstoffbedürfnisses an der Oberfläche entwickeln, während die übrigen Bakterienarten zunächst mehr in den tieferen Schichten gedeihen. Am besten nach 6 bis 12 Stunden werden die Kulturen einer wiederholten mikroskopischen Untersuchung unterworfen. Die Peptonkultur kann dann, nachdem mikroskopisch eine starke Entwickelung der Cholerabakterien nachgewiesen ist, zum Ausgangspunkt für

3. Die Gelatineplatten-Kultur

gemacht werden.

In richtig präparierter 10%iger Gelatine bei einer Temperatur von 22° erscheinen die Kolonien nach 15—20 Stunden in ihrem charakteristischen Aussehen. Die Temperatur muss genau eingehalten werden, weil sonst, wenn die Gelatine leicht flüssig zu werden beginnt, die Kolonien ihr charakteristisches Aussehen verlieren.

Weniger charakteristische Kolonien als auf der Gelatine-Platte wachsen auf der

4. Agarplatten-Kultur.

Diese bietet jedoch den Vorteil, dass die Agarplatten auf 37° erwärmt werden können und sind, wenn man von der Peptonkultur ausgeht, zur schnellen Erzielung von Reinkulturen aus der Peptonkultur zu empfehlen. Nach 8—10 Stunden erhält man schon auf den Agarplatten verhältnismässig grosse Kolonien, also Reinkulturen von Cholerabakterien, die zum Ausgangspunkt weiterer Reinkulturen in Bouillon dienen können.

Diese werden dann verwandt zur Darstellung der

5. Cholerarot-Reaktion (Indolreaktion).

Uebergiesst man Cholerakulturen (am besten in Peptonlösungen), welche Indol und salpetrige Säure enthalten, mit Schwefelsäure, so entsteht eine rot violette oder purpurrote Färbung. Es ist dies die gewöhnliche Indolreaktion, welche durch Einwirkung der salpetrigen Säure (durch die Schwefelsäure aus den salpetrigsauren Salzen frei gemacht) auf das Indol unter Bildung von Nitrosoindol entsteht.

Mit Agar-Kulturen kann endlich noch

6. Der Tierversuch

ausgeführt werden, indem eine Platinöse, welche ungefähr 1—5 mg der Kultur zu fassen vermag, mit Kultur in 5 ccm steril. Bouillon verteilt wurde, welch' letztere in die Bauchhöhle eines 300—350 g schweren Meerschweinchens injiziert wird. Es treten bald nach der Injektion auffallende Vergiftungserscheinungen auf; die Temperatur sinkt schnell und der Tod folgt bald.

Ueber die Grubersche Reaktion mit Anticholeraserum s. unter Typhus pag. 26.

Infolge seiner Aehnlichkeit mit dem Koch'schen Choleravibrio hat noch ein Interesse der Vibrio Finkler-Prior, welcher zuerst in faulenden Faeces gefunden wurde. Die Organismen sind dicker und weniger gekrümmt als die Koch-schen Kommabacillen und sind durch die Kultur auf festen Nährböden von letzteren sehr wohl zu unterscheiden. Weil die Faeces, in denen sie zuerst gefunden wurden, von einem Falle von Cholera nostras stammten, hat man sie für die Ursache dieser Erkrankung gehalten, was jedoch falsch ist, da sie einmal in später untersuchten Cholera nostras-Fällen nicht mehr zu konstatieren waren, dann aber auch in dem Darm und dem Munde zweier gesunder Personen beobachtet worden sind.

Das Spirillum tyrogenum (Deneke) ist mikroskopisch dem Cholerabacillus vollkommen gleich, aber durch die Kultur von diesem sehr wohl zu unterscheiden. Die Spirillen sind, wie der Name andeutet, auf altem Käse beobachtet worden.

Der Vibrio Metschnikoff von Gamalëia im Darminhalt von Hühnern gefunden, ist dem Kommabacillus noch ähnlicher als die beiden vorher genannten Vibrionen und zeigt auch auf festen Nährböden vielfach ein ähnliches, aber doch nicht vollkommen identisches Wachstum.

Weitere Vibrionen sind in den letzten Jahren, nachdem das Auftreten der Cholera eine häufige Untersuchung von Brunnen, Flüssen u. s. w. notwendig machte, in nicht geringer Zahl gefunden und als Vibrio aquatilis (Günther), V. Danubicus (Heider), V. Berolinensis (Neisser) und viele andere beschrieben worden.

Die Unterscheidung aller dieser Arten von dem echten Choleravibrio ist nicht immer leicht.

»Die Unzulänglichkeit der bakteriologischen Methodik bringt jedoch — soweit wir vorläufig erkennen können — wenig Schaden bei der Untersuchung der Choleraverdachtsfälle, da die bisher ausser den Choleravibrionen in den menschlichen Darmabsonderungen gefundenen Vibrionen sich von diesen in leicht erkennbarer Weise unterscheiden und der Vibrionenbefund bei der Mehrzahl der Cholerafälle durchaus charakteristisch ist. Dagegen erwecken alle angeblichen Funde von Choleravibrionen in anderen Objekten als in Darmabsonderungen, die im Zusammenhange mit Choleraerkrankungsfällen gemacht worden sind, sowie alle Indentifizierungen von Wasservibrionen, die ohne erkennbaren Zusammenhang mit der indischen Cholera aufgefunden worden sind, mit dem Koch-schen Vibrio, berechtigte Zweifel.« (Gruber.)

D. Spaltpilze mit variablen Wuchsformen.

Die hieher gehörigen, zuerst von Zopf beschriebenen Crenothrix-, Cladothrix- und Beggiatoa-Arten, zeigen die verschiedenartigsten Wuchsformen (Kokken, Bacillen u. s. w.); sie werden von einzelnen Autoren zu den niederen Algen gerechnet.

Einzelne derselben finden sich vielfach in unreinen aber auch in reinen Wässern; Crenothrixpolyspora ist speziell ein sehr häufiger Wasserbewohner, der sich auch schon

in Wasserleitungen, wenn das Wasser sehr eisenhaltig ist, so stark entwickelt hat, dass deren Röhren verstopft wurden.

IV. Die Mycetocoën und Protozoën

oder Schleimpilze oder Pilztiere bilden den Uebergang des Pflanzen- zum Tierreich. Erstere gehören noch zum Pflanzenreiche, während die Protozoën schon zu den Tieren zu zählen sind.

Die Protozoën werden eingeteilt in Rhizopoden, Sporozoën und Infusorien.

Den Sporozoën sind zuzurechnen: die Gregarinen, die Psorospermienschläuche und die Coccidien.

Unter den Protozoën hat hygienisches Interesse das Plasmodium Malariae, zuerst von Laveran im Blute Malariakranker während der Fieberanfälle beobachtet. Es befindet sich dort in den roten Blutkörperchen oder auch im freien Blute als kleines, rundliches Gebilde, das seine Form vielfach wechseln, schnell wachsen und schliesslich das Blutkörperchen ganz einnehmen kann, wobei dessen Hämoglobin in Pigment (Melanin) verwandelt wird. Nach Golgi soll es mehrere Arten von Malariaplasmodien geben, welche die verschiedenen Arten von febris tertiana, febris quartana und febris quotidiana hervorrufen. Da es sich, wie von vielfachen Beobachtern konstatiert wurde, in allen Fällen von Malaria findet, während des Fieberanfalls schnell vermehrt, nach Chiningabe aber wieder verschwindet, da ferner derartiges plasmodienhaltiges Blut, auf andere Menschen überimpft, ebenfalls Malaria erzeugt, so hält man es für den spezifischen Erreger der Malaria, obwohl seine Kultivierung noch nicht geglückt ist und man daher auch noch nicht in der Lage war, mit den rein gezüchteten Organismen Versuche anzustellen.

Bei den Protozoën ist noch zu erwähnen eine Coccidienart, welche Neisser in den bei Molluscum contagiosum in der Haut des Menschen enstehenden Knötchen beobachtet hat.

Nach neueren Untersuchungen erscheint es übrigens auch wahrscheinlich, dass ebenfalls zu den Protozoën die noch

nicht bekannten Erreger verschiedener Infektionskrankheiten, wie Masern, Scharlach u. s. w. gehören. Der Erreger der Blattern (Variola, Variolois und Vaccine) soll ein den Sporozoën zugehöriger Epithelschmarotzer sein, von Pfeiffer als Monocystis, von Guarnieri als Cystorryctes variolae beschrieben.

Die bakteriologischen Untersuchungsmethoden.

Die hohe Stufe, auf welche sich die Bakteriologie in so kurzer Zeit aufgeschwungen, verdankt sie nicht zum mindesten der glücklichen Entwickelung, welche die Naturwissenschaften, insbesondere Chemie und Optik in der neueren Zeit genommen haben.

An der Grenze der Sichtbarkeit stehend, konnten die kleinen Mikroorganismen nur durch die enorme Vervollkommnung der Mikroskopie in den letzten Jahrzehnten einer eingehenden Untersuchung zugängig gemacht werden. Die für bakteriologische Zwecke zu benützenden Mikroskope müssen nicht nur sehr stark vergrössern, sondern sollen auch ein gleichmässig scharfes Bild liefern, was die neueren Systeme unter gleichzeitiger Anwendung des Abbé'schen Condensor's in vorzüglicher Weise leisten.

Die homogenen Immersionssysteme schalten zwischen dem Deckglas des Präparats und dem Objektiv einen Tropfen einer Flüssigkeit ein, welche dasselbe Lichtbrechungsvermögen wie das Glas besitzt (gewöhnlich Cedernoel). Es wird dadurch der Lichtverlust, welcher sonst an den Trennungsflächen optisch verschieden brechender Medien entsteht, verhindert, das Bild wird reiner und lichtstarker.

Der Abbé'sche Beleuchtungsapparat ist eine Linsenkombination von kurzem Focus, welche zwischen Spiegel und Objekt unter dem Objekttisch angebracht, die von dem Planspiegel ausgesandten Strahlen in einem Strahlenkegel von

grosser Apertur sammelt und im Objekt vereinigt. Bei seiner Verwendung werden die feineren Details des Objekts undeutlich, das Strukturbild wird verwischt, während intensiv gefärbte Teile als scharfes Farbenbild hervortreten; er lässt also in gefärbten Präparaten die den Farbstoff aufnehmenden Teile (Kerne und Mikroorganismen) besonders deutlich erscheinen. Will man von demselben Objekt Strukturbild und Farbenbild betrachten — und das ist sehr notwendig, da es nicht nur darauf ankommt, Bakterien zu sehen, sondern auch ihre Lage zum umgebenden Gewebe und die in letzterem vorgegangenen pathologischen Veränderungen zu studieren, so braucht man nicht den Abbé'schen Condensor ganz zu entfernen. Es genügt, durch Einschiebung einer Blende, welche nur einen kleinen Teil der vom Condensor ausgehenden Strahlen durchlässt, dessen Wirkung zu beschränken. Sehr bequem sind die sogenannten Irisblenden, welche in einfachster Weise die Veränderung der Blendenöffnung und damit die Zufuhr verschiedener Lichtmengen gestatten.

Die in jüngster Zeit von der Firma Carl Zeiss in Jena eingeführten Apochromatischen Objektivsysteme mit zugehörigen Kompensationsokularen sind aus besonderen Glasflüssen derart hergestellt, dass die Vereinigung der verschiedenen farbigen Strahlen möglichst vollständig erreicht wird. Bei der Vermeidung der chromatischen und sphaerischen Aberration ist auch die Anwendung starker Okulare möglich. Man erhält mit diesen Systemen vorzügliche Bilder.

Die mikroskopische Untersuchung

von Bakterien beginnt mit der Betrachtung des ungefärbten Präparats. Ein Tropfen der Lösung oder eine Spur des trockenen Substrats, in einem Tropfen sterilisierter Bouillon oder Wasser verrieben, wird mit einem reinen, ausgeglühten Platindraht auf das Deckglas gebracht und das Deckglas auf den Objektträger gelegt. Derartige Präparate zeigen wegen der an den Rändern des Deckglases vor sich gehenden Verdunstung eine stete Bewegung in dem zu betrachtenden Tropfen. Zweckmässiger ist es daher, besonders wenn es sich um Fest-

stellung der Beweglichkeit der Mikroorganismen handelt, eine Untersuchung im hängenden Tropfen vorzunehmen (Fig. 25). Auf das in der gleichen Weise vorbereitete Deckglas *b* wird dann ein sogenannter Hohlobjektträger gelegt, d. i. ein Objektträger, aus welchem ein Kugelsegment ausgeschliffen ist. Der Tropfen *c* hängt dann am Deckglas in die Höhlung *a* des Objektträgers hinein. Der Rand der Vertiefung des Objektträgers ist mit Vaselin bestrichen, damit das Deckglas festliegt und keine Verdunstung des Tropfens eintreten kann. Man stellt zunächst den Rand des Tropfens mit schwacher Vergrösserung (enge Blende!) ein und verwendet erst später das Immersionssystem. Kann man dann eine Beweglichkeit in den Bakterien wahrnehmen, so rührt sie von diesen, nicht aber von Strömungen des in vollkommener Ruhe befindlichen Tropfens her.

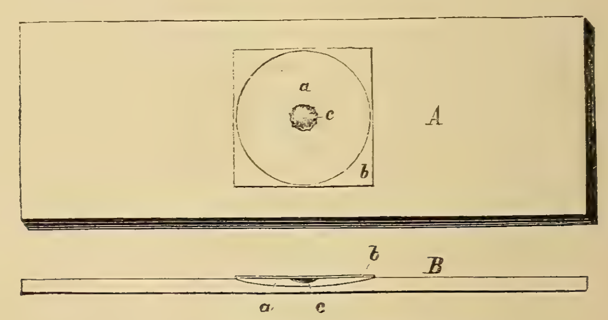


Fig. 25. Untersuchung im hängenden Tropfen.

Zu einer genaueren Feststellung der Form der Mikroorganismen reicht die Betrachtung des ungefärbten Präparats nicht aus; dies ist nur durch die Untersuchung von Präparaten möglich, die in einer geringen Menge sterilisierten Wasser verteilt und gefärbt sind. Die Substanz wird hier in möglichst dünner Schicht auf dem Deckglas ausgebreitet und trocknet auf diesem an der Luft oder im Exsiccator. Zur weiteren Fixierung ist es notwendig, die Deckgläser, die bestrichene Seite nach oben gekehrt, dreimal mässig langsam durch die Flamme zu ziehen. Erst dann haften die Bakterien fest am Deckglas und sind für die Färbung genügend vorbereitet.

Zur Färbung werden vor allem die Anilinfarbstoffe verwendet und zwar die basischen und die sauren Anilinfarbstoffe; in den ersteren ist der färbende Bestandteil eine Base, bei den letzteren eine Säure. Zur bakteriologischen Untersuchung eignen sich hauptsächlich die basischen Anilinfarbstoffe und zwar Fuchsin, Methylviolett, Bismarckbraun, Gentianaviolett, Methylenblau, Malachitgrün. Unter den sauren Anilinfarbstoffen sind die verwendbarsten Eosin und Säurefuchsin.

Mit Lösungen von basischen Anilinfarbstoffen werden die Kerne der Zellen und die Bakterien mit saueren Anilinfarbstofflösungen wird das Gewebe diffus gefärbt. Zur isolierten Bakterienfärbung dient das Verfahren von Gram und Weigert (S. 41).

Ausserdem gehört zu den für bakteriologische Zwecke geeignetsten Farbstoffen das Hämatoxylin, aus dem Campecheholz und das Carmin, aus den Cochenilleläusen dargestellt.

Zur festeren Bindung der Farbstoffe werden gelegentlich auch Beizen verwandt, chemische Verbindungen, welche selbst nicht färben, sondern nur als Bindemittel zwischen Farbstoff und der zu färbenden Substanz dienen.

Mit den hier angeführten und noch vielen anderen Farbstoffen und Reagentien sind eine Unzahl von Lösungen angegeben worden, von denen hier nur die gebräuchlichsten mitgeteilt werden können.

Alkalische Methylenblaulösung (Löffler), concentr. alkoh. Methylenblaulösung 30 ccm, Kalilauge (1 : 10 000) 100 ccm.

Anilinwasserfarblösungen (Ehrlich). Einige Kubikcentimeter Anilinöl werden mit etwa 100 ccm Wasser stark geschüttelt, nach dem Absetzen filtriert und mit einer concentr. alkohol. Fuchsin- oder Methylviolettlösung versetzt, bis deutliche Opalescenz eintritt. Bei der Vermischung im Uhrglas entsteht an der Oberfläche ein schillerndes Häutchen.

Carbolsäurefuchsin (Ziehl-Neelsen). Destill. Wasser 100, Acid. carbol. cryst. 5, Alkohol 10, Fuchsin 1.

Jodkaliumlösung. Jod 1 g, Jodkalium 2 g, destilliertes Wasser 300 g. (Die Lösung wird bei Benützung meist verdünnt, bis sie Madeirafarbe annimmt.)

Beize (Löffler). 10 Teile einer 20⁰/₀igen Gerbsäurelösung, 5 Teile einer kalt gesättigten Ferrosulfatlösung, 1 Teil einer conc. alkohol. Fuchsinlösung.

Bei Ausführung der Färbung werden dann die Deckgläser resp. die Schnitte der Organe in die kalte oder erwärmte Farblösung*) gebracht und dort verschieden lange Zeit der Einwirkung des Farbstoffes überlassen, bis dieser in das Objekt eingedrungen ist. Zur Entfernung des überflüssigen Farbstoffes werden die Präparate abgespült und entfärbt. Neben dem Wasser dienen als Entfärbemittel noch Alkohol, verdünnte Säuren und in gewisser Beziehung auch die oben angegebene Jodjodkaliumlösung. Während bei Benutzung von Wasser, Alkohol und verdünnten Säuren die Präparate so weit ausgewaschen, entfärbt werden, dass nur die Bakterien und die Zellkerne gefärbt bleiben, verursacht die Jodjodkaliumlösung auch noch die Entfärbung der Zellkerne; es bleiben dann nur noch die Bakterien gefärbt.

Hierauf beruht die isolierte Bakterienfärbung nach Gram und Weigert. Die Präparate werden nach einander mit Anilinwasser-, Gentianaviolett-, Jodjodkaliumlösung, absolutem Alkohol und Wasser behandelt. Die Methode ist jedoch nicht allgemein anwendbar, da eine Reihe von Bakterien bei dieser Färbung den Farbstoff verlieren.

Die Anwendung spezieller Färbemethoden erfordert noch die Färbung der Tuberkelbacillen, da sie die Anilinfarben unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht leicht aufnehmen, wenn sie sie aber aufgenommen haben, sehr energisch festhalten. Die gebräuchlichsten Methoden sind die von Ehrlich und weiterhin die von B. Fränkel-Gabbet.

In beiden Fällen wird — wenn es sich um Sputum handelt — ein Klümpchen desselben zwischen zwei Deckgläsern zerdrückt und dadurch auf den Deckgläsern sorgfältig ausge-

---

*) Wässerige Farblösungen sind nicht haltbar und müssen deshalb stets durch Zusatz einiger Tropfen der koncentrierten alkoholischen Lösung auf ein Schälchen destillierten sterilisierten Wassers frisch angefertigt werden. Die koncentrierten alkoholischen Lösungen stellt man her, indem man zu koncentriertem Alkohol (96⁰/₀) den Farbstoff im Ueberschuss zugibt, einige Zeit schüttelt, stehen lässt und schliesslich filtriert.

breitet. Diese werden dann auseinander gezogen, an der Luft getrocknet und dreimal mit der bestrichenen Seite nach oben durch eine Flamme gezogen. Die Deckgläser werden darauf (nach Ehrlich) in eine mit Fuchsin oder Gentianaviolett versetzte Anilinwasserlösung gelegt oder in einer solchen Lösung erwärmt, bis diese zu dampfen beginnt, dann einige Sekunden in Salpetersäure 1 : 4 und in 60 % Alkohol entfärbt. Zur Nachfärbung wird eine wässerige Methylenblau- oder Bismarckbraunlösung benutzt.

Unter Nachfärbung versteht man die nachträgliche Färbung der entfärbten Präparate mit einer zweiten Farbe, wodurch die vorher entfärbten Zellkerne u. s. w. von neuem gefärbt werden und damit von den zuerst gefärbten Bakterien besser abstechen.

Statt der Anilinölmischung nimmt man zur Färbung der Tuberkelbacillen zweckmässiger das Ziehlsche Carbolfuchsin. 1. Zwei Minuten Färbung in Zielschem Carbolfuchsin mit Erwärmung. 2. Abwaschen in Wasser. 3. Eine Minute Entfärbung und Kontrastfärbung (Nachfärbung) mit einer Lösung, welche in 100 ccm 25 % Schwefelsäure, 2 ccm conc. alkohol. Methylenblaulösung enthält. 4. Abwaschen in Wasser. 5. Trocknen und Einbetten in Canadabalsam.

Die Fränkelsche Methode verkürzt das Verfahren durch Zusammenziehen der Entfärbung mit Säure und der Nachfärbung. Die Deckgläser werden in heissem Carbolfuchsin gefärbt und dann eine Minute in eine Lösung von 50 Wasser, 30 Alkohol, 20 Acidum nitricum und Methylenblau gebracht. Schnitte dürfen nicht in heisse Flüssigkeiten eingelegt werden, weil sie in ihnen znsammenrollen und schrumpfen.

Die Sporen können mit den gewöhnlich üblichen Färbemethoden nicht gefärbt werden, weil die feste Hülle derselben den Farbstoff nicht eindringen lässt. Man erreicht dies (nach Buchner), wenn man die bestrichenen trockenen Deckglaspräparate im Trockenschrank eine halbe bis eine Stunde auf 210° oder eine Stunde bei 120° im Dampf erhitzt oder 15 Sekunden mit conc. Schwefelsäure betupft und dann wie die Tuberkelbacillen (s. diese pag. 41) nach Ehrlich färbt. Es genügt auch schon, das Präparat vor der Färbung sieben

bis zehn Mal durch die Flamme zu ziehen (Hüppe). Nach Neisser färbt man die Sporen 10 bis 40 Minuten in 80—90° warmen Anilinwasserfuchsinlösungen.

Neuerdings ist von Moeller noch folgende Methode der Sporenfärbung mitgeteilt worden: Das lufttrockene Deckglaspräparat wird dreimal durch die Flamme gezogen oder zwei Minuten in absoluten Alkohol gebracht, sodann zwei Minuten in Chloroform, darauf mit Wasser abgespült, eine und eine halbe bis zwei Minuten in 50% Chromsäure getaucht, wiederum mit Wasser gründlich abgespült, mit Carbolfuchsin beträufelt und unter einmaligem Aufkochen 60 Sekunden in der Flamme erwärmt, das Carbolfuchsin abgegossen, das Deckgläschen bis zur Entfärbung in 5% Schwefelsäure getaucht und abermals gründlich mit Wasser gewaschen. Dann lässt man 30 Sekunden lang wässerige Lösung von Methylenblau oder Malachitgrün einwirken und spült ab. Es müssen dann die Sporen dunkelrot im schön grünen oder blauen Bakterienkörper sichtbar sein.

Für die Färbung der Geisseln ist von Löffler folgende Methode angegeben worden: Das sauber geputzte Deckglas wird mit einer Anzahl Tröpfchen der bakterienhaltigen Lösung betupft, lufttrocken gemacht und dreimal durch die Flamme gezogen, mit einem Tropfen der oben angegebenen Beize (pag. 40) bedeckt und erwärmt. Man lässt die Beize, nachdem Dampfbildung eingetreten, noch kurze Zeit einwirken und spült sie erst mit absol. Alkohol, dann mit Wasser sorgfältig ab. Hierauf folgt die eigentliche Färbung mit einer schwach alkalischen gesättigten Anilinwasserfuchsinlösung (1 ccm einer 1% Natriumhydratlösung auf 100 ccm einer gesättigten Anilinwasserlösung), welche man auf das Deckglas filtriert, über der Flamme schwach erwärmt und dann wieder mit Wasser abspült.

Die mikroskopische Untersuchung der Bakterien allein genügt nicht für deren genaues Studium, da sie nur ein Bild von deren äusserer Gestalt gibt. Sie erlaubt nicht einmal ein annähernd sicheres Urteil darüber auszusprechen, welcher Art der betrachtete Mikroorganismus angehört, weil ja deren Formenkreis ein sehr beschränkter ist und demnach

von den unzähligen Arten viele dieselbe Form besitzen müssen und weil die einzelnen Bakterienarten unter verschiedenen Verhältnissen nicht immer dieselbe Form zeigen. Ueber das Leben und Wirken der einzelnen Mikroorganismen kann man nur durch deren Reinzüchtung die gewünschte Kenntnis erhalten.

Die Reinzüchtung

einer Art, worunter man das isolierte, von allen anderen Arten sorgfältig getrennte Wachstum derselben versteht, gestattet erst durch das Hervortreten der beim Massenwachstum sich summierenden Eigenschaften die nähere Bekanntschaft der einzelnen Bakterienarten zu gewinnen. So kann man z. B. über die Infektiosität einer Art nur entscheiden, wenn in einer Reinkultur eine grössere Anzahl gleicher Individuen gewachsen ist, mit der dann das Versuchstier geimpft wird. Würde man ein Bakteriengemenge zur Impfung verwenden, so könnte man nicht wissen, welchem oder welchen der verschiedenen Organismen die eventuell eingetretene deletäre Wirkung zuzuschreiben ist. Gelänge es andererseits, auch die Flüssigkeit so weit zu verdünnen, dass in der zur Injektion verwandten Menge nur ein einziges Individuum wäre, so würde ein günstiger Ausgang des Versuchs doch nicht die Unschädlichkeit der Art beweisen, da für eine Infektion zumeist eine mehr oder minder grosse Anzahl Individuen notwendig ist.

Die Definition von Reinzüchtung resp. Reinkultur lässt schon von vornherein eine peinliche Sauberkeit bei ihrer Ausführung als notwendig erscheinen, da ja die Verbreitung der Mikroorganismen eine so allgemeine ist, dass wir sie überall in unserer Umgebung, in Luft, Wasser und Boden, an unseren Händen, Kleidern u. s. w. vorfinden. Es ist daher selbstverständlich, dass wir alles, was wir zur Reinzüchtung benützen, alle Gefässe und Apparate, soweit sie mit den der Kultur dienenden Nährsubstraten in Berührung kommen, von den ihnen anhaftenden Keimen befreien müssen, weil ja sonst immer wieder eine Neuinfektion der Kultur mit fremden Organismen stattfinden würde. Diese Entfernung der fremden

Keime, die Sterilisation der Nährböden und Gefässe kann, resp. muss, in verschiedener Weise ausgeführt werden.

Nicht anwendbar ist die Sterilisation bezw. Desinfektion durch Lösungen von Chemikalien (Sublimat, Carbolsäure u. s. w.), welche die Mikroorganismen zwar in bestimmter Konzentration abzutöten im stande sind, aber auch ein weiteres Wachstum anderer Keime, also die gewünschte Reinkultur nicht aufkommen liessen. Die Sterilisation soll die vorhandenen Organismen beseitigen, damit aber auch ihre Wirksamkeit beschliessen und nicht noch weiter hinaus wachstumshemmend wirken.

Diesen Anforderungen genügt die Sterilisation durch Wärme, sei es trockene oder feuchte. Die trockene Hitze vernichtet auch die resistentesten Sporen bei einhalb- bis einstündiger Einwirkung einer Temperatur von 150—170°. Die hierzu dienenden Apparate sind ähnlich wie die in chemischen Laboratorien gewöhnlich gebrauchten Trockenschränke aus Eisenblech mit doppelten Wandungen hergestellt; durch die in der oberen Wand des Apparats angebrachte Oeffnung wird ein Thermometer eingesenkt, an welchem man die Höhe der Temperatur ablesen kann. In diesem Sterilisationskasten werden alle die Gegenstände sterilisiert, welche eine Temperatur von 150—170° aushalten, Instrumente*), die für die Nährsubstrate bestimmten Glasgefässe, Watte u. s. w.

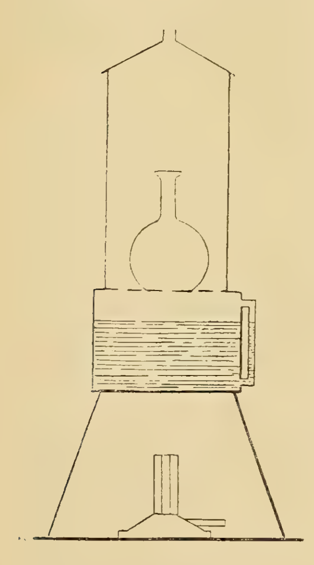


Fig. 26.
Koch's Dampfsterilisationsapparat (Dampfkochtopf).

Die Nährsubstrate selbst würden bei so hoher Temperatur angegriffen werden, sie müssen deshalb bei niederer Temperatur sterilisiert werden

*) Chirurgische Instrumente u. s. w. werden erst gesäubert, dann fünf Minuten in einer einprocentigen wässerigen Sodalösung gekocht und bis zum Gebrauch in einer wässerigen Lösung mit 1 % Soda und 1 % Carbolsäure aufgehoben.

und man verwendet, da der trockenen Hitze die feuchte an Wirksamkeit bedeutend überlegen ist, weil sie leichter in die Objekte eindringt, die Sterilisation mittelst strömenden Dampfes. Der hierzu dienende Apparat, der Koch'sche Dampfkochtopf (Fig. 26), besteht aus einem Wasserkessel mit Wasserstandsrohr, welcher durch ein durchbohrtes Blech von dem darüberstehenden Cylinder getrennt ist. Der Cylinder dient zur Aufnahme der zu desinficierenden Objekte und wird oben durch einen in ein Rohr auslaufenden helmartigen Deckel verschlossen. Bei Erwärmung des Wassers zum Sieden durchströmt dann den Apparat Dampf von ca. 100°.

Aber auch diese Temperatur ist für gewisse eiweisshaltige Nährböden zu hoch, so z. B. für das vielfach gebrauchte Blutserum, welches wegen seines Gehaltes an Albumin schon bei 70° gerinnt und undurchsichtig wird. Da aber eine noch niedrigere Temperatur nur die Bakterien selbst, nicht aber ihre widerstandsfähigeren Dauerformen, die Sporen, abtötet, so benutzt man ein Verfahren, welches von Tyndall eingeführt ist, die fraktionierte oder discontinuierliche Sterilisation. Dasselbe beruht darauf, dass man mehrere Tage hintereinander die Flüssigkeit einige Stunden auf 60° erwärmt, wobei die Bakterien getötet werden, während die eventuell vorhandenen Sporen in der Zwischenzeit wieder zu Bakterien auswachsen, als welche sie dann durch die nächste Sterilisation vernichtet werden.

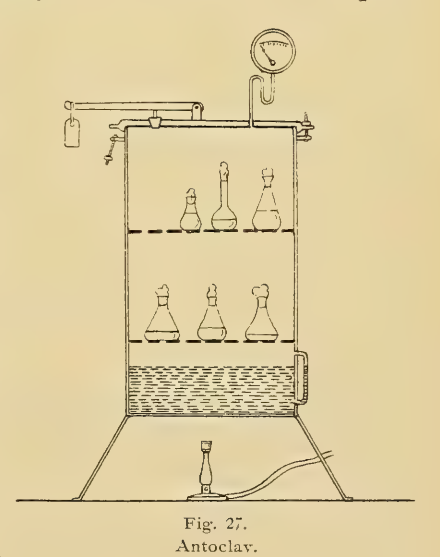


Fig. 27.
Antoclav.

Je höher die Temperatur des gesättigten Wasserdampfes, desto besser und schneller wirkt er sterilisierend. Widerstandsfähige Sporen von Bodenbakterien, welche im strömenden Dampf von 100° erst nach 5—6 Stunden getötet werden,

gehen in gespanntem Dampf von 113—116° nach 25 Minuten in solchem von 127° schon nach zwei Minuten zu Grunde.

Es sind deshalb auch Sterilisations-Apparate in Gebrauch, welche gesättigten Dampf von höherer Spannung und höheren Temperaturen verwenden lassen. Derartige Autochaven, Digestoren, Papinsche Töpfe (siehe Figur 27), erfordern bei ihrer Verwendung eine besondere Aufmerksamkeit und sind wegen des hohen Druckes, unter welchen sie gestellt werden, auch nicht gefahrlos.

Für die grösste Zahl der bakteriol. Arbeiten bedarf man ihrer nicht.

Endlich ist noch eine Methode der Sterilisation von Flüssigkeiten zu erwähnen, welche nicht auf einer Abtötung, sondern auf einer Entfernung der vorhandenen Mikroorganismen beruht. Die Flüssigkeiten werden hiebei durch Filter gesaugt, welche die Keime zurückhalten. Bisher wurden für diesen Zweck die von Pasteur und Chamberland angegebenen, aus gebrannter Porzellanerde hergestellten röhrenförmigen Filter gebraucht, während neuerdings viel schneller filtrierende Kieselguhrkerzen, welche den Pasteurschen ähnlich konstruiert sind, durch Northmeyer und Bitter in die Bakteriologie eingeführt wurden. (S. die Abbildung bei Wasserfiltration.)

Alle Nährsubstrate müssen in sorgfältig sterilisierten Gefässen aufbewahrt werden, welche mit einem ebenfalls vorher schon sterilisierten Wattepfropf »pilzdicht« verschlossen, eine Neuinfektion des Nährbodens durch niederfallende Luftkeime verhindern.

Die Nährböden, deren Zubereitung und Verwendung.

Die zur Kultur der Bakterien zu benützenden Nährböden müssen all' die Stoffe enthalten, welche diese zu ihrer Entwickelung bedürfen. Für die gewöhnlichen Saprophyten hat man früher Infuse von Pflanzen, Getreide, Kartoffeln, Mist u. s. w. verwandt, während sich für die Züchtung infektiöser Organismen, welche sich gewöhnlich im tierischen Körper aufhalten, Abkochungen von tierischen Geweben eignen.

Ein für die meisten Bakterien ausreichendes Nährsubstrat ist die aus Fleisch bereitete Nährbouillon. 500 gr fein

geschnittenes, von Sehnen befreites Rindfleisch werden 12 bis 24 Stunden mit einem Liter Wasser an einem kühlen Ort stehen gelassen, wodurch ein Teil der löslichen Eiweiss- und Extraktivstoffe in das Wasser übergeht. Die Lösung wird durch ein Tuch abgepresst und nach Zusatz von 10 gr reinem Pepton und 5 gr Kochsalz im Wasserbade oder über freier Flamme oder im Dampfkochtopf dreiviertel Stunden erhitzt, hierauf mit einer verdünnten Sodalösung neutralisiert und dann nochmals $1^1/_2$ bis 2 Stunden gekocht. Die ausgefallenen Eiweisstoffe werden abfiltrirt und die klare, goldgelbe Nährbouillon in die vorher sterilisierten mit Watteverschluss versehenen Kulturgläser eingefüllt, wo sie nochmals durch einstündiges Erwärmen im strömenden Dampf sterilisiert werden.

Die flüssigen Nährböden sind jedoch nur für ganz bestimmte Zwecke brauchbar, sie eignen sich schlecht für Reinzüchtung der Bakterien und können nur zur Fortzüchtung und besonders zur Herstellung von Massenkulturen schon reingezüchteter Bakterien verwandt werden.

Den flüssigen Nährböden bei weitem überlegen sind die festen, welche, von Koch in die Bakteriologie eingeführt, deren heutige Entwickelung ermöglicht haben. Auf festen Nährböden wachsen die einzelnen Mikroorganismen an bestimmten Punkten, örtlich von einander getrennt, Kolonien aus Individuen der gleichen Art bildend, während in Flüssigkeiten die Individuen aller vorhandenen Arten sich bunt durcheinander bewegen.

Zur Einführung des festen Nährbodens hat die Beobachtung geführt, dass auf gekochten Kartoffelscheiben, welche der Luft ausgesetzt und dann vor Vertrocknung gehütet wurden, sich rundliche, verschiedenfarbige Flecke bilden, welche von Tag zu Tag an Umfang zunehmen. Es sind Kolonien, welche dadurch entstanden sind, dass aus der Luft einzelne Keime niederfielen, welche auf der Kartoffel die Bedingungen für ihre weitere Entwickelung fanden.

Und so ist die Kartoffel auch jetzt noch als fester Nährboden vielfach in Gebrauch, besonders deshalb, weil verschiedene Arten auf ihr ein charakteristisches Wachstum zeigen.

Zu ihrer Zubereitung als Nährboden werden mittelgrosse feste Kartoffeln unter der Wasserleitung mit einer Bürste von dem ihnen anhaftenden Schmutz befreit und darauf eine halbe Stunde in eine 1⁰/₀₀ Sublimatlösung gebracht. Sie werden dann dreiviertel Stunden in einem Drahtkorb im strömenden Dampf erhitzt, wobei ihre Oberfläche sterilisiert, sie selbst gleichzeitig gekocht und damit für die Kultivierung von Mikroorganismen geeignet gemacht werden.

Zum Zweck der Impfung werden die Kartoffeln mit einem geglühten und wieder erkalteten Messer in Scheiben geschnitten, welche oberflächlich geimpft und dann in grossen, mit feuchtem Filtrirpapier bedeckten Schalen vor weiterer Verunreinigung und Vertrocknung geschützt werden.

Die Verwendung der Kartoffeln als Nährböden gestaltet sich noch angenehmer, wenn man geschälte Kartoffeln so präpariert, dass sie in kleinere Glasschalen, wie sie zu mikroskopischen Färbungen benutzt werden oder in Reagensgläser hinein passen. Sie werden dann mit dem Gefäss, in welchem sie liegen, eineinhalb Stunden im strömenden Dampf sterilisiert und dabei gekocht.

Für gewisse Mikroorganismen wird auch Brot als Nährboden benützt. Das Brot wird getrocknet, zerrieben, in Erlenmayersche Kölbchen gebracht und mit so viel destilliertem Wasser versetzt, dass es einen weichen Brei bildet; die Kölbchen werden, mit Wattestopfen verschlossen, drei Tage hintereinander je eine Stunde im strömenden Dampf sterilisiert.

Für die Kultivierung pathogener Mikroorganismen kommt noch das Blutserum in Anwendung. Das Blut von Hammeln oder Rindern wird beim Schlachten in grossen sterilisierten Glasgefässen aufgefangen und bleibt zwei Tage im Eisschrank stehen. In dieser Zeit zieht sich der Blutkuchen zusammen, das schwach rötlich gefärbte Serum wird hiebei ausgepresst. Dieses wird dann in sterilisierte Gläser eingefüllt und wird in diesen discontinuirlich sterilisiert, indem es während einer Woche jeden Tag zwei Stunden auf 54—56⁰ erwärmt wird. Das so sterilisierte Blutserum wird dann durch kurzes Erwärmen auf ungefähr 70⁰ zu einer durchsichtigen, schwach gelblich gefärbten Gallerte erstarrt.

Viel einfacher ist es, das Blutserum durch Filtration durch Kieselguhrkerzen von den etwa in ihm vorhandenen Bakterien zu befreien (s. pag. 50).

Für gewisse Zwecke ist von Hüppe die Verwendung roher Eier eingeführt worden. Die Eier werden sorgfältig gereinigt, kurze Zeit in Sublimat gelegt, und mit sterilisiertem Fliesspapier abgetrocknet. Durch ein mit sterilisierter Nadel gemachtes Loch erfolgt die Impfung. Nach der Impfung wird das Loch mit sterilem Seidenpapier bedeckt, über welches schliesslich Collodium gestrichen wird, oder direkt mit brennendem Siegellack verschlossen.

Die vorgenannten Nährböden eignen sich für die Fortzüchtung und das Studium schon rein gezüchteter Bakterien, aber nur sehr wenig für die Reinzüchtung einzelner Arten aus einem Bakteriengemenge. Ein Teil von ihnen ist fernerhin undurchsichtig und kann deshalb unter dem Mikroskop nicht betrachtet werden. Beider Mängel entbehrt die von Koch eingeführte Methode der Züchtung auf Fleischwasserpeptongelatine. Ihr Princip beruht darauf, dass das zu differenzierende Bakteriengemenge in einer Flüssigkeit verteilt wird, welche die Fähigkeit zu erstarren besitzt. Die einzelnen Keime werden dann an bestimmten Punkten getrennt von einander fixiert und können sich dort zu grösseren auch mikroskopisch leicht sichtbaren Kolonien entwickeln.

Die Herstellung der Fleischwasserpeptongelatine geht von der pag. 50 schon beschriebenen Nährbouillon aus. Zum abgekochten Fleischwasser werden pro Liter 10 g Pepton, 5 g Kochsalz und 100 g Gelatine (1 % Pepton, $^1/_2$ % Na. Cl., 10 % Gelatine) hinzugesetzt, die Gelatine durch einviertelstündiges Erhitzen im Dampftopf verflüssigt und durch Zusatz von verdünnter Sodalösung schwach alkalisch gemacht. Zur sicheren Klärung wird der erkalteten Flüssigkeit das Eiweiss von einem Ei zugesetzt, welches bei dem darauffolgenden einstündigen Kochen im Dampftopf in Flocken gerinnt und alle Trübungen mitreisst. Die Gelatine wird dann durch ein Faltenfilter im Heisswassertrichter (ein Trichter mit doppelter Wandung, dessen Innenraum mit heissem Wasser gefüllt wird) filtriert und in die vorher sterilisierten Kulturgläser eingefüllt.

In diesen muss sie nochmals sterilisiert werden. Da sie jedoch bei längerem Erhitzen ihr Erstarrungsvermögen verliert, wird sie discontinuirlich sterilisiert; es genügt, sie drei Tage hintereinander jeden Tag 15 Minuten in den Dampftopf zu bringen.

Da, wie erwähnt, die meisten Bakterienarten, die Reaktion der Nährböden, auf welchen sie kultiviert werden, in verschiedener Weise verändern, kann man durch Zusatz von Lakmus zum Nährboden feststellen, ob die zu untersuchende Art Alkali oder Säure bildet.

Statt der Nährbouillon kann man auch andere Flüssigkeiten, Milchserum, Würze, Harn zur Herstellung von Nährgelatinen benützen oder man kann ihr auch noch weitere, manchen Bakterienarten zusagende Nährstoffe, wie Glycerin, Traubenzucker, Milchzucker u. s. w. zusetzen.

Mit einer derartigen Gelatine gestaltet sich nun die Reinzüchtung der in einem Gemenge enthaltenen Bakterienarten wie folgt: Eine geringe Menge der zu untersuchenden Flüssigkeit oder der trockenen Substanz wird mit einem ausgeglühten, an der Spitze zu einer Oese umgebogenen Platindraht in einem Reagensröhrchen mit 5—10 ccm verflüssigter Gelatine sorgfältig verteilt. Von diesem Glas wird ein zweites mit der vorher ausgeglühten und wieder erkalteten Oese der ersten Mischung und ein drittes Glas mit einer Oese der zweiten Mischung inficiert. Man kann dann annehmen, dass in einem der drei Gläser nur soviel Keime enthalten sind, dass sie sich getrennt von einander entwickeln werden. Die Gelatine wird dann auf einer sterilisierten kleinen Glasplatte langsam ausgegossen. Damit sie sich gleichmässig ausbreitet und rasch erstarrt, wird die Glasplatte auf eine zweite grössere Glasplatte gelegt, welche durch eine darunter stehende mit Eiswasser gefüllte Schale abgekühlt wird (s. Fig. 28). Die Glasschale steht auf einem Holzdreieck, welches durch an den Ecken angebrachte

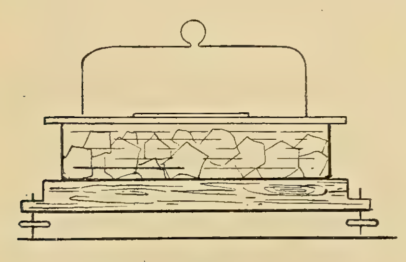


Fig. 28.
Apparat für die Koch'sche Plattenkultur.

Schrauben horizontal eingestellt werden kann. Die horizontale Einstellung geschieht mittelst einer auf die Glasplatte aufgelegten Dosenlibelle.

Dieses Verfahren ist durch Petri u. A. modificiert worden, welche statt der kleinen Glasplatten runde Glasschalen verwenden, in welche die geimpfte Gelatine eingegossen wird. Eine weitere Vereinfachung ist die v. Esmarch'sche Rollmethode, bei welcher die verflüssigte Gelatine an den Wandungen des Reagensglases ausgebreitet wird. Das Röhrchen wird mit einer Gummikappe bedeckt und in Eiswasser oder unter der Wasserleitung bei horizontaler Haltung des Glases so lange gedreht, bis die Gelatine an der Wandung des Röhrchens gleichmässig erstarrt ist.

Da die Gelatine bei 25—30° flüssig wird, kann sie für Kulturen, welche nur bei Körpertemperatur wachsen, nicht verwandt werden. Man setzt dann der eigentlichen Nährlösung Agar-Agar zu, eine aus verschiedenen Tangarten stammende Pflanzengallerte, welche die Fähigkeit hat, bei ungefähr 90° zu verflüssigen und dann erst wieder bei 40° zu erstarren. Die Bereitung des Nähragars ist der Nährgelatine ganz ähnlich. Zu der fertig gestellten neutralisierten Peptonbouillon wird 1½—2 % in kleine Stücke geschnittenes Agar-Agar hinzugefügt und mindestens fünf bis sechs Stunden gekocht, nochmals durch Sodazusatz schwach alkalisch gemacht und filtrirt.*) In Reagensgläser eingefüllt, wird es drei Tage hintereinander je eine halbe Stunde im strömenden Dampf sterilisiert. Bei Ausführung der Plattenmethode mit Agar-Agar werden die Röhrchen erst durch Kochen verflüssigt und nachdem sie auf etwa 42° abgekühlt sind, geimpft und auf Platten ausgegossen. Ist nun die Impfung und das Ausgiessen der Platten in der eben beschriebenen Weise vorgenommen worden, so entwickeln sich auf der Gelatine, welche am besten bei 20—22° C aufbewahrt wird (während die Agarplatten bei ca. 37° aufgehoben werden können), in den nächsten Tagen die einzelnen Keime zu Kolonien, deren Aussehen

*) Zur Züchtung pathogener Bakterien hat sich der Zusatz von Glycerin (6%) zum Pepton-Agar sehr bewährt.

in Bezug auf Form und Farbe bei den verschiedenen Arten ein sehr ungleiches ist und für die Identificierung der Art wertvolle Anhaltspunkte gibt.

Schon mit blossem Auge sind grosse Unterschiede zu bemerken, da die Kolonien der einzelnen Arten verschiedene Farben besitzen. Weiterhin ist zu beachten, ob die Kolonie die Gelatine fest lässt oder verflüssigt, eine Folge der Peptonisierung der Gelatine. Die oberflächlichen Kolonieen zeigen weiterhin verschiedene Ausdehnung nach Breite und Höhe — flach-, knopf-, pyramidenförmig.

Die Platten werden dann mit dem Mikroskop (80—100fache Vergrösserung mit sehr enger Blende) besichtigt und das Aussehen der Kolonieen (der oberflächlichen und tiefliegenden) genau beobachtet. Man hat auf den Contur der Kolonie zu achten — scharf, kreisrund, oval, wellig, zackig, mit Ausläufern oder Fasern versehen — weiterhin auf das Aussehen des Innern — ob homogen oder nicht, bei letzteren verschiedenartige Differenzierung des Centrums von der peripheren Zone u. s. f. und muss die Veränderung der mikroskopischen Bilder in den verschiedenen Stadien des Wachstums berücksichtigen.

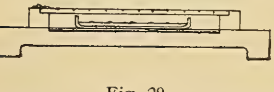


Fig. 29.
Zählapparat nach Wolffhügel.

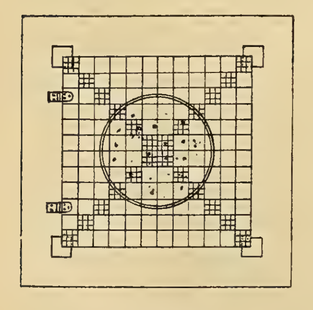


Fig. 30.
Zählapparat nach Wolffhügel.

Sollen die auf den Platten bez. Schalen gewachsenen Kolonien gezählt werden, so bedient man sich des in Fig. 29 und 30 wiedergegebenen Wolffhügel'schen Zählapparats. Derselbe besteht aus einer mit Teilung versehenen Glasplatte, unter welche die zu untersuchende Platte oder Schale auf eine eingesenkte schwarze Glasplatte gelegt werden kann.

Von den oberflächlichen Kolonien macht man dann zweckmässig sogenannte Klatschpräparate, indem man ein Deckgläschen auf die Kolonie auflegt und den durch die Kolonie erzeugten Abdruck nach Färbung der Bakterien be-

trachtet. In dieser Weise erhält man nicht nur über die Form der Bakterien, sondern auch über deren Lagerung in der Kolonie genaue Auskunft.

Jede der auf der Platte gewachsenen Arten muss nun behufs weiterer Untersuchung abgeimpft und isoliert weiter gezüchtet werden. Hierzu ist es gut, wenn die Kolonien auf der Platte nicht zu dicht stehen, weil sonst die Gefahr vorhanden ist, dass man beim Abimpfen mit dem Platindraht mehrere Kolonien berührt. Es muss in jedem Falle die Abimpfung unter Kontrolle des Mikroskopes vorgenommen werden. Mit diesem sieht man zuerst nach, ob die Kolonie isoliert ist, berührt sie dann mit der Spitze eines Platindrahts, wobei immer Bakterien am Draht hängen bleiben und stösst dann den inficierten Draht in ein Röhrchen mit Nährgelatine oder Nähragar ein. Nach, resp. schon während des Abimpfens muss man wiederum mit dem Mikroskop kontrollieren, ob man die Kolonie wirklich berührt und eventuell in der Nähe liegende unberührt gelassen hat. Durch ein derartiges Abimpfen entstehen die sogenannten Stichkulturen, deren verschiedenes Wachstum — nagel-, trichter-, punktförmig u. s. w. — wiederum für die einzelnen Arten charakteristisch ist.

Nach dem Abimpfen muss man nochmals in die Kolonie mit dem Platindraht eingehen und einen Teil der Kolonie zur Anfertigung eines mikroskopischen Präparates herausheben.

Viel mühsamer gestaltet sich die Züchtung der anaëroben Bakterien, da sie nur bei vollständigem Ausschluss von Sauerstoff gedeihen.

Die hierzu verwandten festen Nährböden werden zweckmässig schon mit reduzierenden Substanzen (Traubenzucker, ameisensaures Natron u. s. w.) versetzt, wodurch die Entfernung des Sauerstoffs unterstützt wird.

Zu seiner gänzlichen Beseitigung sind verschiedene Verfahren angegeben worden. Nach Liborius setzt man die in gewöhnlicher Weise hergestellten Platten oder Schalenkulturen unter eine Glocke, welche zwei Oeffnungen besitzt, (s.

Fig. 31); die untere seitliche steht mit einem Kippschen Apparat in Verbindung, welcher Wasserstoff entwickelt, der vor dem Eintritt in die Glocke noch zwei Waschflaschen mit alkalischer Blei- und alkalischer Pyrogallollösung zur Absorption von etwa vorhandenem Schwefelwasserstoff und Sauerstoff passieren muss. Der Wasserstoff verdrängt dann die in der Glocke enthaltene Luft und tritt zur oberen Oeffnung wieder heraus; nach genügend langem Durchleiten befinden sich die Kulturen in einer sauerstofffreien Wasserstoffatmosphäre.

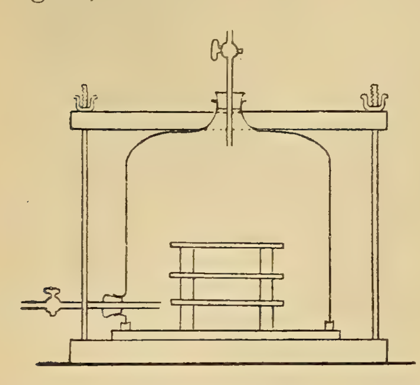


Fig. 31.
Apparat für anaërobe Plattenkulturen (Liborius).

Zur Herstellung anaërober Stichkulturen werden Reagensröhren benützt, die so eingerichtet sind, dass man Wasserstoff durch den noch flüssigen Inhalt durchleiten kann, oder das geimpfte Glas wird mit gelockertem Wattepfropf in ein zweites grösseres gesetzt, an dessen Boden sich alkalische Pyrogallollösung befindet (Buchner), oder endlich man zieht das mit der geimpften Gelatine gefüllte Reagensglas in eine Spitze aus, entfernt die vorhandene Luft mit der Luftpumpe und schmilzt das Glas zu; die Gelatine kann dann nach von Esmarch an den Wandungen ausgebreitet werden (Gruber).

Zur Erzielung eines gleichmässigen Wachstums werden die Kulturen in sogenannten Brütöfen oder Thermostaten aufbewahrt, Kästen mit doppelten Wandungen, welche durch automatisch sich regulierende Heizvorrichtungen auf der gleichen Temperatur erhalten werden. Die Brütöfen, in welchen Saprophyten gezüchtet werden, sind auf 20—22° C. eingestellt, die Thermostaten für Kulturen pathogener Mikroorganismen auf 36—40°.

Tierversuche.

Ein sicherer Beweis für die Pathogenität eines Bakteriums kann erst durch den Tierversuch, durch die Uebertragung

der Reinkultur auf den tierischen Organismus gegeben werden. Die Ausführung derartiger Versuche muss mit Rücksicht auf die Wirkung der zu untersuchenden Art modificiert werden. Während die eine Art durch die Luft übertragen wird und in der Lunge ihre Eintrittspforte in den Körper hat, gelangen andere durch die oberflächlich verletzte Haut, wieder andere durch den Mund in den Magen - Darmkanal ihres zukünftigen Wirtes u. s. w.

Man unterscheidet deshalb

1. eine subcutane Impfung. Die Bakterien werden nach sorgfältiger Reinigung der Haut durch eine mit sterilisiertem Messer oder Nadel gesetzte kleine Wunde mit dem Platindraht eingeimpft, oder die in sterilem Wasser aufgeschwemmten Bakterien werden durch die unter die Haut eingestossene Canüle einer kleinen Spritze injiciert (subcutane Injektion).

2. Intravenöse Injektion. Die Canüle der Spritze wird in die sorgfältig freigelegte Vena jugularis externa oder leichter ohne vorherige Freilegung in der Vena auricularis posterior (nur bei Kaninchen möglich) eingeführt, die Aufschwemmung durch die Canüle in die Blutbahn eingespritzt.

3. Intraperitoneale Injektion. Die einzuimpfenden Massen werden mit einer Spritze in die Peritonealhöhle injiciert.

4. Die Infektion vom Magen-Darmkanal kann durch Verfütterung oder durch Eingiessen mittelst eingeführter Schlundsonde hervorgerufen werden.

5. Inhalationsimpfung. Die bakterienhaltige Lösung wird mittelst Spray, oder die Bakterien werden an Pulver angetrocknet in der Umgebung des Tieres verstäubt; die Versuchstiere befinden sich hiebei selbtverständlich in einem abgeschlossenen Kasten.

Litteratur: (Die am Schluss eines jeden Abschnitts angegebene Litteratur enthält diejenigen bei Bearbeitung der „Grundzüge der Hygiene“ benützten Werke, welche bei eingehenderem Studium mit Vorteil zu verwenden wären. Es sind dies meist grössere Werke oder zusammenfassende Artikel. Kleinere Aufsätze und Arbeiten, die zwar im Text Berücksichtigung gefunden hatten, einzeln anzuführen, schien dem Zweck des Buches nicht zu entsprechen. Für verschiedene Kapitel benützt und deshalb nicht bei jedem besonders angegeben wurden die Lehrbücher der Hygiene von Flügge und Rubner,

„Die Methoden der prakt. Hygiene“ von K. B. Lehmann; „Anleitung zu hygienischen Untersuchungen“ von Emmerich und Trillich; Dammer „Handwörterbuch der Gesundheitspflege“; Börner, „Bericht über die Berliner Hygieneausstellung“; Fischer und Wagner, „Chemische Technologie“.)

Flügge, „Die Mikroorganismen“; Fränkel, C., „Grundriss der Bakterienkunde“; Günther, „Einführung in das Studium der Bakteriologie“; Hüppe, „Die Methode der Bakterienforschung; Heim, „Lehrbuch der bakteriol. Untersuchung und Diagnostik“; Lehmann und Neumann, „Bakteriologische Diagnostik“.

Die Luft.

Die Erde, auf der wir leben, ist von einer ungefähr zehn Meilen hohen Luftschicht — Atmosphäre — umgeben, die für unsere Existenz von allergrösster Wichtigkeit ist. Nicht nur, dass wir ohne sie sofort zu Grunde gehen müssten, ist auch ihre chemische Zusammensetzung und ihr physikalisches Verhalten von hoher Bedeutung, da Schwankungen in denselben unser Wohlbefinden ganz erheblich beeinflussen.

Die chemische Zusammensetzung der Luft, ihr Gehalt an den verschiedenen Elementen und chemischen Verbindungen, sowie fernerhin die physikalischen Eigenschaften derselben, Wärme, Luftdruck, Luftbewegung, Niederschläge, Staubgehalt, Witterung und Klima sind deshalb als hygienisch wichtig zu untersuchen und zu erörtern.

Chemische Zusammensetzung der Luft.

Die chemische Zusammensetzung der Luft ist wegen der grossen Mengen, die wir fortdauernd in unsere Lungen aufnehmen, von besonderer Bedeutung.

Wir atmen mit jedem Atemzuge etwa einen halben Liter ein; da wir in jeder Minute etwa sechzehn Mal atmen, beträgt das aufgenommene Luftquantum

in der Minute 8 Liter;
in der Stunde 480 Liter,
am Tage 11520 Liter = 11,52 Kubikmeter.

Die grosse Menge der dem Körper zugeführten Luft bedingt es, dass in derselben schädliche Bestandteile auch nicht in geringer Menge vorhanden sein dürfen, wenn der Organismus vor Schädigungen geschützt werden soll.

Sauerstoff.

Die Hauptbestandteile der Luft sind Stickstoff und Sauerstoff; ersterer ist zu neunundsiebzig, letzterer zu einundzwanzig Volumprocent in der trockenen Atmosphäre enthalten.

Nach Regnault's u. A. Untersuchungen von Luftproben von verschiedenen Punkten der Erdoberfläche ist der Gehalt an O nur unbedeutenden Schwankungen unterworfen, sie betragen nur Bruchteile eines Procentes.

Im Freien tritt eine irgendwie hygienisch in Betracht kommende Veränderung des O.-Gehaltes nie ein, bedeutender ist die O.-Verminderung in Höhlen, geschlossenen Räumen, Bergwerken u. s. w., wo der O durch die Respiration der Arbeiter, deren Beleuchtungsapparate, durch die bei der Sprengung entstehenden Gase, durch die natürliche Entwickelung von Kohlensäure und Grubengas vermindert wird.

Der Verlust an Sauerstoff, welcher durch die Atmung von Mensch und Tier, durch die Verbrennung unserer Heizmaterialen und Beleuchtungskörper resultiert, unter gewöhnlichen Verhältnissen sehr gering, wird wieder ersetzt durch den Stoffwechsel der chlorophyllbildenden Pflanzen, die bei Tage den Sauerstoff aus der CO_2 und anderen Sauerstoff haltigen Verbindungen wieder frei machen.

Ausser dem Sauerstoff, dessen Molekül aus zwei Atomen O besteht, ist in der Luft auch noch

Ozon O_3

enthalten, ein Sauerstoffmolekül von drei Atomen, welches sehr stark oxydierende Eigenschaften besitzt. Bei der Oxidation trennt sich das oxydierende Atom ab, es bleibt der gewöhnliche Sauerstoff O_2 zurück.

Das von Schönbein entdeckte Ozon entsteht bei elektrischen Entladungen und ist daher bei Gewittern, wenn der Blitz eingeschlagen hat, an einem charakteristischen Geruch zu bemerken. Es bildet sich weiterhin überall, wo Wasser zur Verdunstung gelangt, ferner bei langsamer Oxydation von Phosphor, Aether, Weingeist, Aldehyd u. s. w. Endlich soll es auch von Pflanzen erzeugt werden.

Ozon wird nachgewiesen durch seine Einwirkung auf Filtrirpapier, welches mit Jodkaliumstärkekleister getränkt und getrocknet ist. Es entsteht bei Vorhandensein von Ozon eine mehr oder minder starke Bläuung. Aus dem Grade der Bläuung kann man nach hiefür hergestellten Farbenskalen auf die vorhandene Ozonmenge schliessen.

Die Methode hat nur sehr beschränkten Wert, weil ausser dem Ozon auch noch andere in der Luft häufig vorhandene Verbindungen, wie Wasserstoffsuperoxyd, salpetrige Säure; Untersalpetersäure, flüchtige organische Säuren u. s. w. dieselbe Reaktion auf Jodkaliumstärkepapier zeigen.

Dem Ozon sehr nahe steht das

Wasserstoffsuperoxyd H_2O_2,

welches ebenfalls stark oxydierende Eigenschaften besitzt und in der Atmosphäre im Freien stets zu finden ist.

Man hat dem Ozon wie dem Wasserstoffsuperoxyd einen grossen Einfluss auf die Gesundheit des Menschen zugeschrieben und geglaubt, dass sie infolge ihrer stark oxydierenden Eigenschaften Mikroorganismen zu zerstören, Krankheiten, besonders Epidemieen zu verhindern im stande wären. Die Annahme ist wahrscheinlich dadurch entstanden, dass diese Körper auf freiem Felde, im Walde u. s. w. stets zu finden sind, während sie in Städten, in bewohnten Räumen immer fehlen. Dies liegt aber nur daran, dass die jeweilig vorhandenen Mengen sehr geringe sind und daher sofort zerstört, d. i. reduciert werden, wo auch nur Spuren reducierender Substanzen in der Luft vorhanden sind. Es kommt ihnen daher eine hygienische Bedeutung nicht zu, weil man den geringen Mengen, welche die Atmosphäre enthält, die Fähigkeit, pathogene Mikroorganismen zu töten, absprechen muss.

Stickstoff.

Der Stickstoff gehört zu den indifferenten Gasen; er übt auf den menschlichen Körper keinerlei Einfluss aus. Der in den letzten Jahren geführte Nachweis, dass in den in der Atmosphäre vorhandenen, als rein vermuteten 79% Stickstoff auch noch Argon und Helium enthalten sind, hat keine hygienische Bedeutung.

Wasserdampf.

Viel wichtiger ist der Gehalt an Wasserdampf, der in der Luft stets vorhanden ist, wenn auch in sehr schwankender Menge.

Je nach der Temperatur kann die Luft verschiedene Mengen von Wasser in Dampfform aufnehmen, bei einer bestimmten Temperatur aber immer nur dieselbe maximale Menge und man bezeichnet diese als *höchste mögliche Feuchtigkeit* d. i. diejenige Wassermenge, bei welcher die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist. Die höchste mögliche Feuchtigkeit ist bei verschiedenen Temperaturen sehr ungleich. Bei niederen Temperaturen ist sie gering, bei höheren steigt sie, wie die nachfolgende Tabelle zeigt, erheblich an.

Tension und Gewicht des Wasserdampfs.

	Wasserdampf			Wasserdampf	
Temperatur	mm Hg.	gr. in 1 cbm.	Temperatur	mm Hg.	gr. in 1 cbm.
—10	2.0	2.3	+14	11.9	12.0
— 5	3.1	3.4	15	12.7	12.8
0°	4.6	4.9	16	13.5	13.6
+1	4.9	5.2	17	14.4	14.4
2	5.3	5.6	18	15.4	15.3
3	5.7	6.0	19	16.4	16.2
4	6.1	6.4	20	17.4	17.2
5	6.5	6.8	21	18.5	18.2
6	7.0	7.3	22	19.7	19.3
7	7.5	7.7	23	20.9	20.5
8	8.0	8.3	24	22.2	21.6
9	8.6	8.8	25	23.6	22.9
10	9.2	9.4	30	31.6	30.1
11	9.8	10.0	35	41.8	39.3
12	10.5	10.6	40	54.9	50.7
13	11.2	11.3			

Die *höchste mögliche Feuchtigkeit* ist in der Luft nur selten vorhanden, meist findet sich erheblich weniger Wasserdampf vor. Wir nennen die momentan vorhandene Menge Wasserdampf *absolute Feuchtigkeit*. Indem wir die *absolute Feuchtigkeit* zu der bei der momentanen Temperatur *höchsten möglichen Feuchtigkeit* in Be-

ziehung bringen, erhalten wir die relative Feuchtigkeit, welche angibt, wieviel Procent der grössten möglichen Feuchtigkeit die absolute Feuchtigkeit zur Zeit beträgt.

Wir verstehen weiterhin unter Sättigungsdeficit die Differenz von höchst möglicher und absoluter Feuchtigkeit, die wir ebenfalls in gr Wasser pro Kubikmeter Luft ausdrücken, also diejenige Menge Wasser, welche die Luft noch aufnehmen könnte, bis sie bei der momentanen Temperatur mit Wasserdampf gesättigt wäre.

Da der in der Luft vorhandene Wasserdampf einen bestimmten Druck ausübt, so spricht man auch statt von einer absoluten Feuchtigkeit u. s. w. von einer absoluten Dampfspannung oder Tension, von höchst möglicher Tension und Spannungsdeficit. Die Werte werden dann in mm Quecksilber ausgedrückt.

Die Umrechnung von Tension in absolute Feuchtigkeit erfolgt nach der Formel

$$T. = a. F. \frac{1 + 0.00366\, t}{1.06} \text{ und umgekehrt } a. F. = \frac{T}{1 + 0.00366\, t}\, 1.06$$

Endlich ist noch unter Taupunkt diejenige Temperatur zu verstehen, bei welcher die Luft durch den vorhandenen Wasserdampf gesättigt ist.

Wäre z. B. durch Untersuchung erwiesen worden, dass ein Kubikmeter Luft von + 15° C. 10 gr. Wasser enthält, so wäre

die absolute Feuchtigkeit = 10.0 gr.
die höchste mögliche Feuchtigkeit = 12.8 gr.
(bei der beobachteten Temperatur von 15°)
das Sättigungsdeficit = 2.8 gr.
die relative Feuchtigkeit = $\frac{10.100}{12.8}$ = 78.1 %
der Taupunkt = 11° C.

Der Wassergehalt der atmosphärischen Luft ist grossen Schwankungen unterworfen. Er ist abhängig von dem Verhältnis zwischen Land und Wasser und fernerhin von der Temperatur der Luft. Wenn warme Luftmassen über ausgedehnte Meere streichen, so haben sie Gelegenheit, viel Wasser aufzunehmen, andrerseits sind von Wüstenstrecken

herkommende Luftmengen sehr wasserarm. Erstere bedingen das Auftreten feuchter, die letzteren das trockener Winde.

Ziehen Luftströme an grossen Gebirgsketten vorüber, wo sie sich abkühlen, so treten Niederschläge ein, wenn die Abkühlung unter den Taupunkt sinkt. So beim Föhn, welcher südlich der Alpen entsteht und eine an Wasserdampf reiche Luft über die Alpen führt, die dort abgekühlt wird und im nördlichen Teil der Alpen Schneefälle und Regengüsse hervorbringt. An Wasser arm wird die Luft weiter geführt, die relative Feuchtigkeit nimmt nun um so mehr ab, das Sättigungsdeficit nimmt bedeutend zu, je höher die Luft erwärmt wird.

Je nach den vorhandenen Verhältnissen wird der Wasserdampf in verschiedenster Menge der Luft beigemischt gefunden; eine absolut wasserfreie Luft ist jedoch noch niemals nachgewiesen worden. Nach den vorliegenden Messungen beträgt das Minimum der in der atmosphärischen Luft beobachteten relativen Feuchtigkeit etwa 10⁰/₀.

Der Wassergehalt der Luft ist für den Organismus von hoher Bedeutung. Feuchte Klimata sind dem Menschen weniger zuträglich als trockene. Nasse, trübe Witterung gibt zumeist mehr zu akuten Krankheiten Anlass als trockene. (Erkältungskrankheiten; Katarrhe, besonders des Respirationsapparats; Rheumatismus; der Uebergang von trockener Witterung in nasse wird von empfindlichen Menschen gespürt.) Das Atmen einer Luft mit geringer relativer Feuchtigkeit andrerseits führt zu vielen Klagen (Heiserkeit, Trockenheit im Halse), welche beim Aufenthalt in mässig feuchter Luft nicht geäussert werden. Hier sei übrigens gleich bemerkt, dass eine Entscheidung, ob eine Luft trocken oder feucht ist, auf subjektive Empfindung hin nicht gefällt werden kann. Interessant ist diesbezüglich ein von Lehmann mitgeteilter Versuch. L. liess in Vereinssitzungen Männer, welche hauptsächlich mit wissenschaftlichen Untersuchungen beschäftigt und deshalb gut zu beobachten gewöhnt waren, ihr Urteil über den Feuchtigkeitsgehalt der Luft abgeben; sie lauteten fast stets widersprechend. So bestimmte er eines Abends die relative Feuchtigkeit der Luft zu 50–60% bei einer in $1\frac{1}{2}$ Stunden von 17.4° bis auf 23.6° ansteigenden Temperatur; von 6 Personen, welche er

befragte, erklärten zwei die Luft für sehr trocken, eine für trocken, zwei für feucht, eine für mittelfeucht.

Bei Erwägung, welchen Einfluss der Wassergehalt der Luft auf den Organismus ausübt, ist zunächst zu berücksichtigen, dass der Körper stets Wasser von der Haut und den Lungen aus an die Luft abgibt. So fanden Pettenkofer und Voit, dass bei mittlerer Kost und Ruhe von einem Menschen im ganzen etwa 2300 gr ausgeschieden werden, von welchen ungefähr 1400 gr mit den Exkreten (Harn und Kot) fortgehen, das übrige circa 900 gr (40%) fällt auf die Wasserabgabe durch Respiration und Perspiration.

Diese Wasserausscheidung ist nun nicht immer die gleiche. Man muss von vornherein annehmen und es ist hierauf besonders von Deneke aufmerksam gemacht worden, dass die Wasserdampfabgabe vom Sättigungsdeficit abhängig sein wird. Je grösser das Sättigungsdeficit, desto mehr Wasser kann die Luft noch aufnehmen und umsomehr wird sie daher dem Körper entziehen.

Betrachtet man dies Sättigungsdeficit bei wechselnder relativer Feuchtigkeit und verschiedener Temperatur, wie es in der beigedruckten Tabelle nach Deneke zusammengestellt ist, so sieht man, dass dieses nicht mit der relativen Feuchtigkeit parallel ansteigt, sondern dass es bei derselben relativen Feuchtigkeit bei hoher Temperatur verhältnismässig bedeutend grösser ist als bei niedriger.

Sättigungs-Deficit in Mm. Hg.

Temperatur	Relative Feuchtigkeit									
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100%
8	7.21	6.42	5.61	4.81	4.01	3.21	2.41	1.60	0.80	0.00
10	8.25	7.34	6.42	5.50	4.59	3.67	2.75	1.83	0.92	0.00
12	9.41	8.37	7.32	6.28	5.23	4.18	3.14	2.09	1.05	0.00
14	10.71	9.53	8.35	7.15	5.96	4.76	3.57	3.38	1.19	0.00
16	12.19	10.83	9.48	8.12	6.77	5.42	4.06	2.71	1.35	0.00
18	13.82	12.29	10.75	9.22	7.68	6.14	4.61	3.07	1.54	0.00
20	15.65	13.91	12.14	10.43	8.70	6.96	5.22	3.48	1.74	0.00
22	17.79	15.73	13.76	11.80	9.83	7.86	5.90	3.93	1.97	0.00
25	21.19	18.84	16.49	14.13	11.78	9.42	7.07	4.71	2.36	0.00
30	28.39	25.24	22.08	18.93	15.77	12.61	9.46	6.31	3.16	0.00
35	37.17	33.46	29.28	25.09	20.91	16.53	12.55	8.37	4.18	0.00
40	49.42	43.93	38.44	32.95	27.45	21.96	16.73	10.98	5.49	0.00

Es erscheint daher wahrscheinlich, wenn man sich die Verdunstung von der Haut aus rein physikalisch verlaufend denkt, dass sie unabhängig von der relativen Feuchtigkeit nur dem Sättigungsdeficit der Luft entsprechen wird. Diese Vermutung ist jedoch eine irrige. Auf die Wasserausscheidung bei hoher wie niedriger Temperatur hat, wie die Untersuchungen von Rubner gezeigt haben, in erster Linie die relative Feuchtigkeit Einfluss. Von ganz besonderer Bedeutung für die Wasserverdunstung ist ferner die Geschwindigkeit der vorüberstreichenden Luft und zwar ist die Verdampfungsgeschwindigkeit der Quadratwurzel der Geschwindigkeit des Windes proportional. (Schierbeck.)

Die Wasserabgabe ist weiterhin, aber in geringerem Masse, von der Temperatur abhängig. Bei gleicher relativer Feuchtigkeit und wechselnder Temperatur liegt das Minimum bei 15°. Die Wasserabgabe nimmt zu, wenn die Temperatur steigt und wenn sie fällt, was auf einen aktiven Vorgang im Tierkörper hindeutet. Man kann also die Wasserdampfausscheidung nicht rein physikalisch erklären, sondern muss sie als eine physiologische Funktion des Organismus bezeichnen.

Endlich beeinflusst auch die Nahrungszufuhr die Wasserabgabe und zwar derart, dass bei bedeutend erhöhter Nahrungsaufnahme auch die Wasserabgabe in die Höhe geht.

Was nun die praktische Konsequenz aus den über die Wasserdampfabgabe vorliegenden Untersuchungen betrifft, nämlich die Festsetzung der zulässigen Feuchtigkeitsgrenze, bei welcher weder die Gesundheit geschädigt, noch das Behagen gestört wird, so ist es unmöglich, auf diese Frage mit einer Zahl eine bestimmte Antwort zu geben. Es handelt sich hier um sehr komplizierte Vorgänge, bei welchen ausser der Feuchtigkeit der Luft noch viele andere Faktoren, Temperatur, Nahrung, Arbeitsleistung und Kleidung in betracht kommen.

Es muss späteren wissenschaftlichen Untersuchungen überlassen bleiben, nähere Aufschlüsse zu geben; bisher weiss man nur aus den rein empirischen Beobachtungen Rubners, dass bei einer Temperatur von 20° das subjektive Wohlbefinden nicht gestört wird, wenn die relative Feuchtigkeit sich inner-

halb 30—60 % bewegt und man kann annehmen, dass man mit einer Verallgemeinerung dieser individuellen Beobachtung nicht irre gehen wird.

Zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts der Luft sind verschiedene Methoden und Apparate in Gebrauch.

Das Psychrometer von August (Fig. 32) besteht aus zwei genau übereinstimmenden, in Zehntelgrade geteilten Thermometern, deren eines mit einer Musselinhülle umkleidet ist, welche in ein kleines Gefäss mit Wasser eintaucht. Der Luft ausgesetzt, zeigen die Thermometer nur dann denselben Grad, wenn die Luft vollständig mit Wasserdampf gesättigt ist. Ist dies nicht der Fall, so wird an dem mit feuchten Musselin umhüllten Thermometer Wasser abdampfen und zwar um so mehr, je trockener die Luft ist. Bei der Verdampfung wird aber Wärme gebunden, die Umgebung des Thermometers abgekühlt, das Thermometer fällt. Aus diesem Verhalten kann man den Wassergehalt der Luft feststellen. Man muss nur berücksichtigen, dass durch die fortdauernde Verdunstung am feuchten Thermometer eine stete Abkühlung erfolgt, während andererseits durch das Vorbeiströmen der niemals absolut ruhigen Luft wiederum eine Erwärmung des Thermometers stattfindet, so dass die Temperatur nie ganz auf den Taupunkt fällt.

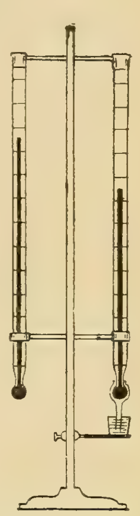


Fig. 32. Psychometer von August.

Die gesuchte **absolute Feuchtigkeit** a ist nun gleich $f - c\,d$, wobei f das Sättigungsmaximum bei der Temperatur des feuchten Thermometers, d die Differenz der Temperaturgrade des trockenen und feuchten Thermometers, c eine Konstante für Temperaturen über $0^0 = 0.65$, für solche unter $0^0 = 0.56$ ist.

Zur genaueren Bestimmung der **absoluten Feuchtigkeit** ist von Deneke das **Schleuder-Psychrometer** empfohlen. Trockenes wie feuchtes Thermometer werden, nachdem sie an einer ein Meter langen Schnur einzeln je hundertmal im Kreise herumgeschwungen sind, abgelesen. Es ist dann f der Dunstdruck, d. i. die absolute Feuchtigkeit in Milli-

meter Quecksilber ausgedrückt, $= f' - 0{,}000706 .\ b\ (t - t')$ wobei f' das Sättigungsmaximum bei der Temperatur des feuchten Thermometers, b der Barometerstand, t die Temperatur des trockenen, t' des feuchten Thermometers ist.

Zur Bestimmung der relativen Feuchtigkeit dienen die Haarhygrometer. Sie beruhen auf der Eigenschaft der Haare, sich in feuchter Luft auszudehnen, in trockener aber sich zusammenzuziehen. Das besonders präparierte Frauenhaar des Koppeschen Haarhygrometers (Fig. 33) läuft über eine Rolle und wird durch ein Gewicht festgespannt. Bei den durch die Schwankungen in der Luftfeuchtigkeit bedingten Aenderungen seiner Länge wird der an der Rolle befestigte Zeiger mitbewegt, welcher auf einer empirisch geaichten Skala die relative Feuchtigkeit in Procenten angibt. Man kann die Richtigkeit der Lage des Sättigungspunktes = 100 % kontrollieren, wenn man den Apparat in ein Glaskästchen einbringt, in welchem sich ein mit angefeuchtetem Musselin bespannter Rahmen befindet. Der Zeiger muss dann in der mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre nach einiger Zeit auf 100 zeigen oder er ist mit einem kleinen Schlüssel auf 100 einzustellen.

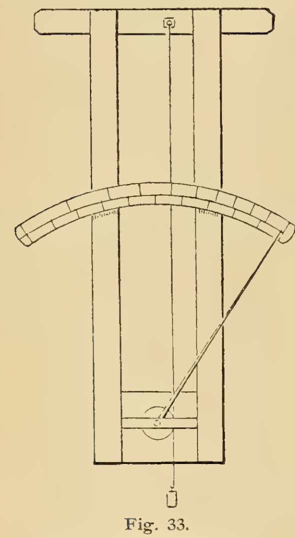


Fig. 33.
Koppe's Haarhygrometer.

Das Princip der ebenfalls der Bestimmung der Luftfeuchtigkeit dienenden Atmometer oder Verdunstungsmesser beruht darauf, dass von einer freistehenden Flüssigkeit um so mehr Wasser verdampft, je niedriger der Wassergehalt der Luft ist. Die Apparate finden nur wenig Anwendung.

Weiterhin ist zur Bestimmung des Taupunktes das in Fig. 34 abgebildete Daniellsche Hygrometer im Gebrauch. Es besteht aus einer U-förmig gebogenen Glasröhre, welche in zwei Kugeln ausläuft, deren eine (in der Abbildung links) von aussen vergoldet, während über die andere Musselin

gespannt ist. Die erstere ist mit Aether angefüllt. Tropft man auf den Musselin Aether, so verdunstet dieser, kühlt die Kugel ab und kondensiert die in der rechten Kugel befindlichen, von der linken Kugel stammenden Aetherdämpfe, während von dieser aus neue Dämpfe entstehen; hiebei wird Wärme gebunden, die linke Kugel wird kühler und kommt schliesslich auf eine Temperatur, welche dem Taupunkt der umgebenden Luft entspricht. Sofort nach diesem Moment beschlägt sich die linke Kugel mit feinen Wassertröpfchen, was am Blindwerden der vergoldeten Oberfläche erkennbar ist. Die Temperatur, bei welcher dies eintritt, i. e. der Taupunkt, ist auf dem Thermometer, dessen Gefäss in der Kugel liegt, abzulesen.

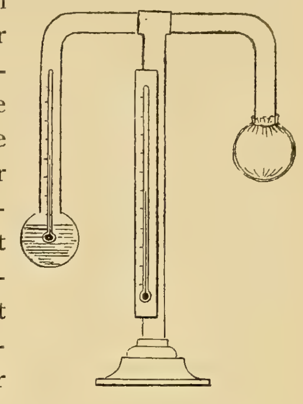


Fig. 34.
Daniell's Hygrometer zur Bestimmung des Taupunktes.

Die genaueste Methode zur Feuchtigkeitsbestimmung der Luft besteht darin, dass man eine bestimmte Menge Luft, welche durch ein Gasometer genau abgemessen wird, durch Gefässe streichen lässt, in denen sich Wasser absorbierende Substanzen befinden. Die Gewichtsdifferenz der Gefässe vor und nach dem Durchsaugen der Luft gibt die Menge des aus der Luft aufgenommenen Wassers an.

Kohlensäure.

Die Luft im Freien sowohl, wie die der bewohnten Räume enthält immer CO_2, aber in sehr geringen Mengen. Im Freien sind es 0.3, in den Strassen bewohnter Ortschaften 0.4—0.5 pro mille. Eine grössere Ansammlung findet niemals statt, weil die Winde für eine fortwährende Vermengung und Verteilung der durch die Atmung von Menschen und Tieren ausgeschiedenen, durch Heizung und Beleuchtung gebildeten Kohlensäure sorgen und weil andererseits diesen enormen Kohlensäurequellen gegenüber die auf der ganzen Erde verbreiteten chlorophyllhaltigen Pflanzen das Freiwerden des Sauerstoffes aus der Kohlensäure veranlassen.

Bedeutend höher steigt der Kohlensäuregehalt bewohnter Räume, erreicht aber auch hier nach den zahlreichen, vorhandenen Analysen niemals ein Procent. Diese Grenze wird nur bei bestimmten Betrieben, Brauereien, Brennereien, Gährkellern, Presshefefabriken u. s. w., aber hier jedenfalls häufig, überschritten. Sicher ist dies erwiesen von der Luft der Bergwerke, welcher durch die Atmung der Bergleute, die Verbrennung von Leuchtmaterialien, durch Entwickelung des Gases beim Sprengen, endlich durch die in gewissen Gesteinen auftretenden Zersetzungen Kohlensäure in grosser Menge beigemischt wird, welchen Vorgängen die wegen ihres hohen Kohlensäuregehalts gefürchteten schweren oder drückenden Wetter ihr Entstehen verdanken.

Nur wenn solch' beträchtliche Quantitäten (einige $^0/_0$) der Atmungsluft beigemengt sind, entsteht für das Leben Gefahr, sonst hat die in der Wohnungsluft auch sehr dicht bewohnter Räume vorhandene Kohlensäure keinen direkt schädlichen Einfluss auf die menschliche Gesundheit. Dennoch ist ihre Bestimmung vom hygienischen Standpunkt aus von grosser Bedeutung, weil sie, wie von Pettenkofer nachgewiesen wurde, als ein sicheres Reagens auf die Güte der Luft, beziehungsweise auf deren Verschlechterung durch die Atmung, Beleuchtung, Heizung u. s. w. zu betrachten ist. (Näheres hierüber siehe unter Ventilation.)

Zur Bestimmung der CO_2 in der Luft sind viele Methoden angegeben; die bekannteste und verbreitetste ist die Pettenkofer'sche Flaschenmethode. Das Princip derselben beruht darauf, dass man zu einer bestimmten Menge der zu untersuchenden Luft eine ebenfalls bestimmte Menge Barytwasser von bekanntem Gehalt an Aetzbaryt hinzugibt, die CO_2 auf das Barytwasser einwirken lässt und nach beendeter Einwirkung durch Titration bestimmt, wieviel von dem Aetzbaryt durch die vorhandene CO_2 neutralisiert wurde; hieraus kann man die CO_2 berechnen.

Bei der Ausführung der Methode füllt man eine circa vier Liter fassende trockene Glasflasche mit der zu untersuchenden Luft, indem man dieselbe mit einem Blasebalg durch vierzig bis sechzig Stösse hineinpumpt. Es ist dabei zu ver-

hindern, dass die Exspirationsluft des die Untersuchungen Ausführenden mit in die Flasche eingepumpt wird. Das Volumen der Glasflasche wurde vorher dadurch bestimmt, dass sie erst trocken, dann mit destill. Wasser von 15° C gefüllt gewogen wurde; die Differenz beider Gewichte in gr. giebt das Volumen der Flasche in ccm an.

In die Flasche, welche nach dem Einfüllen der Luft mit einer Gummikappe verschlossen wurde, giebt man dann mit einer möglichtst tief in die Flasche eingesenkten Pipette unter kurzem Lüften der Kappe 100 ccm eines Barytwassers, welches durch Auflösen von 3,5 gr. reinem krystallinischem Aetzbaryt ($Ba(OH)_2 + 8 H_2O$) und circa 1/4 gr. Chlorbaryum ($BaCl_2$) in 1 L. Wasser hergestellt wurde.

Durch vorsichtiges, etwa zehn Minuten andauerndes Umschwenken des Barytwassers in der geneigt gehaltenen Flasche lässt man das Barytwasser die CO_2 absorbieren

$$Ba(OH)_2 + CO_2 = BaCO_3 + H_2O$$

und giesst dann dasselbe (am offenen Fenster, um eine weitere Einwirkung der möglicherweise stark CO_2 haltigen Zimmerluft zu umgehen) in eine kleine mit gut schliessendem Glasstöpsel versehene Glasflasche.

Man lässt nun das gebildete Baryumcarbonat absitzen, saugt dann mit der Pipette, ohne den Niederschlag aufzurühren, 25 ccm von der überstehenden Lösung ab und titriert diese. Aus der Differenz der vor und nach der Absorption der CO_2 durch das Barytwasser zu dessen Neutralisation verwandten Oxalsäuremenge kann man ersehen, wie viel Aetzbaryt durch die Kohlensäure neutralisiert wurde und daraus berechnen, welcher Menge CO_2 dies entspricht. Das vierfache der gefundenen Zahl (es wurden ja von den 100 ccm nur 25 zur Titration verwandt) gibt dann die in Flasche vorhanden gewesene CO_2 an.

Es erübrigt nun nur noch, den gefundenen Wert auf Procente umzurechnen. Hierzu muss das ursprüngliche Volumen zunächst auf 0° und 760 mm Barometerstand reduziert werden, was auf Grund folgender Erwägung geschieht. Jedes Gas dehnt sich bei höherer Temperatur und zwar entsprechend der Formel

$$V^0 = \frac{Vt}{1 + a\,t}$$

wobei V^0 das gesuchte Gasvolumen bei 0^0, t die ursprünglich beobachtete Temperatur und a eine Konstante = 0.00366 ist.

Ferner nimmt jedes Gasvolumen mit erhöhtem Druck ab und zwar verhalten sich die Volumina aller Gase umgekehrt wie der auf ihnen lastende Druck, es ist also

$$V_b : V_{b,} = b_, : b \text{ oder } V_b = \frac{V\,b_, \cdot b_,}{b}$$

wobei V_b das Volumen bei einem Druck b, $V_{b,}$ das Volumen bei einem Druck $b_,$ bedeutet. Man hat daher das ursprüngliche Volumen ($V_{b,}$) mit dem abgelesenen Barometerstand ($b_,$) zu multiplizieren und das Produkt durch 760 zu dividieren, um das auf einen Barometerstand von 760 mm reduzierte Volumen zu erhalten.

Nach der Reduktion des Gasvolumens ist dann noch der gefundene CO_2-gehalt procentisch auszurechnen.

Es sind hierbei von dem durch Wägung gefundenen Kubikinhalt der Flasche 100 ccm abzuziehen, weil ja nicht die ganze in der Flasche enthaltene Luft mit dem Barytwasser in Berührung kam, sondern 100 ccm der Luft, ehe sie noch ihre CO_2 an das Barytwasser abgeben konnten, durch das einfliessende Barytwasser verdrängt wurden.

Der genaue Gehalt des Barytwassers an Aetzbaryt wird durch Titration mit Oxalsäure bestimmt und zwar verwendet man eine Oxalsäurelösung, von welcher jeder Kubikcentimeter ebensoviel Baryumhydroxyd bindet, als $^1/_4$ Kubikcentimeter CO_2, bei 0^0 und 760 mm Barometerstand gemessen; man erhält diese durch Auflösen von 1.405 gr Oxalsäure in 1 Liter Wasser.

Als Indikator bei der Titration verwendet man einige Tropfen einer $1\,^0/_0$ alkoholischen Rosolsäurelösung, welche alkalische Flüssigkeiten rot färbt, in sauren jedoch farblos wird.

Die Pettenkofer'sche Methode hat kleine Mängel, die bei ungeschicktem Arbeiten zu erheblichen Fehlern führen können. Sie sind darin begründet, dass beim Einfüllen und Titrieren des Barytwassers Kohlensäure hinzutreten und dann das Resultat trüben kann.

Um dies zu umgehen, hat Bitter eine einfache, auch für die Praxis geeignete Methode vorgeschlagen, nach welcher die Rücktitrierung des Barytwassers nach Absorption der CO_2 in dem Absorptionsgefäss selbst vorgenommen wird. Wegen Unsicherheit der Endreaktion bei der Titrierung mit Barytwasser verwendet Bitter Strontiumhydratwasser als Absorptions- und Schwefelsäure als Titrierflüssigkeit. Die Ausführung seiner Methode gestaltet sich wie folgt: Starke, geaichte Rundkolben von circa 3.5 Liter Inhalt werden mittels des Blasebalges mit langem Ansatzrohr mit der zu untersuchenden Luft gefüllt, mit einem gut schliessenden, doppelt durchbohrten Kautschukstopfen, in dessen Bohrungen zwei gutsitzende Glasstäbe stecken, verschlossen und dann ins Laboratorium transportiert. Bei Temperaturdifferenzen zwischen dem Raum, in welchem die Luftentnahme stattfand und dem Laboratorium bringt man entweder die Luft des letzteren zunächst auf die ursprüngliche Temperatur der Untersuchungsluft und lässt den Kolben diese Temperatur annehmen; oder, wenn die Laboratoriumsluft wärmer ist, wie die Untersuchungsluft war, lässt man, nachdem der Kolben ebenfalls auf diese Temperatur gekommen ist, die überschüssige Luft durch Lockern eines Glasstabes entweichen und zieht die Temperaturdifferenz später in Rechnung. Auf diese Weise wird ein Eindringen fremder Luft in den Kolben sicher vermieden. Nunmehr werden mittelst einer Pipette 50 ccm Strontiumhydratwasser (von welchem 1 ccm ungefähr 1 ccm H_2SO_4 = 1 mgr CO_2 entspricht) in den Kolben hineingebracht, die Glasstäbe wieder fest eingedrückt und der Kolben einige Mal unter drehender Bewegung geschwenkt, wobei man darauf achtet, dass kein Strontiumwasser an den Hals des Kolbens spritzt, und dann circa 12 Stunden zur völligen Absorption der CO_2 stehen gelassen. Zur Rücktitrierung des Strontiumwassers bedient man sich einer 50 ccm fassenden, in $^1/_{10}$ geteilten Glashahnburette mit lang ausgezogener Spitze. Dieselbe wird bis zum Nullpunkt mit Schwefelsäure gefüllt und nach Entfernung eines Glasstabes durch die entsprechende Bohrung des Kautschukstopfens hindurch gesteckt. Vorher lässt man 1—2 Tropfen einer einprocentigen Lösung von Phenolphtaleïn in 70procent-

igem Alkohol in die Strontiumflüssigkeit fallen, welche dadurch blaurosa gefärbt wird. Um den Farbenumschlag scharf zu erkennen, stellt man den Kolben während des Titrierens auf eine weisse Unterlage. Die Titerstellung des Barytwassers wird unter Vermeidung des Arbeitens in sehr CO_2 reicher Luft stets unmittelbar nach dem Einfüllen der 50 ccm in die Absorptionsgefässe derart vorgenommen, dass 25 ccm mittels Pipette in ein etwa 60 ccm fassendes, mit doppelt durchbohrtem Kautschukstopfen verschlossenes Gefäss gegeben werden. Durch die eine Bohrung wird nach Zusatz von 1—2 Tropfen Phenolphtaleïn die Säureburette gesteckt, in der andern befindet sich ein Glasstäbchen, das von Zeit zu Zeit gelockert, die Luft entweichen lässt.

Eine grosse Anzahl vereinfachter und für die Praxis bestimmter Kohlensäurebestimmungsverfahren ist wegen ihrer Ungenauigkeit wertlos, nur eins derselben soll hier noch mitgeteilt werden, weil es sehr leicht und rasch ohne Kenntnisse in chemischen Arbeiten und ohne weitere Berechnungen auszuführen ist.

Lunge und Zeckendorf verwenden zu ihrer Bestimmung ein etwa 100 ccm fassendes Pulverglas mit doppelt durchbohrtem und mit zwei Glasröhren in bekannter Weise armiertem Kautschukstopfen. Dieses Glas wird mit genau 10 ccm einer $^1/_{500}$ Normalsodalösung, welche mit Phenolphtaleïn rot gefärbt ist, gefüllt. Dann wird durch das eine Rohr, welches mittelst eines Schlauches mit einem 70 ccm fassenden Kautschukballon in Verbindung steht, die äussere zu untersuchende Luft eingepumpt. Der Ballon besitzt zwei Ventile, welche so eingerichtet sind, dass der Ballon die Luft immer nur in einer Richtung ein- und austreten lassen kann. Durch die Einwirkung der Kohlensäure wird das kohlensaure Natron der Lösung in doppeltkohlensaures Natron ($Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O = 2 NaHCO_3$) verwandelt, die Lösung wird entfärbt und durch die Entfärbung die Endreaktion angezeigt. Man kann dann den CO_2-gehalt der Luft aus der Anzahl der zur Entfärbung notwendigen Ballonfüllungen nach einer beigegebenen Tabelle ohne jede weitere Titration und Berechnung entnehmen.

Noch kompendiöser ist der von Wolpert angegebene Luftprüfer (Carbacidometer). Derselbe besteht aus einem kleinen graduierten Glascylinder, in welchen man durch einen beweglichen, mit einer zentralen Bohrung versehenen Kolben so lange Luft eintreten lassen kann, bis die vorher eingefüllte Titerflüssigkeit (mit Phenolphtaleïn versetzte Sodalösung) neutralisiert ist. Die genauere Beschreibung des praktischen, für orientierende Versuche vollständig genügenden, übrigens auch sehr billigen Apparats wird demselben beigegeben.

Ammoniak

ist ebenfalls in der Luft stets vorhanden, wenn auch in sehr wechselnder und gewöhnlich nur geringer Menge (hundertstel eines Milligramm pro Kubikmeter Luft). Es bildet mit der auch niemals fehlenden Kohlensäure, Salpeter- und salpetrigen Säure, die Salze dieser drei Säuren [$(NH_4)_2 CO_3$, $NH_4 NO_3$, $NH_4 NO_2$]. Es entsteht bei der Zersetzung stickstoffhaltiger, organischer Verbindungen, geht in die Atmosphäre über und wird aus dieser durch die atmosphärischen Niederschläge Regen, Schnee, Nebel) ausgewaschen; diese enthalten daher stets Ammoniak.

Die geringen Mengen Ammoniak, welche sich gewöhnlich in der Luft finden, haben für die Gesundheit keine Bedeutung, ein Schaden kann erst dann auftreten, wenn in geschlossenen Räumen durch Faulen menschlicher und tierischer Exkremente und Abfallstoffe der Ammoniakgehalt bedeutend vermehrt wird.

Genauere Angaben sind nicht vorhanden. (Erwähnt sei, dass häufig in Stallungen, in denen sofort beim Eintritt ein relativ hoher NH_3gehalt bemerkbar ist, Mägde oder Knechte schlafen, ohne gesundheitlich geschädigt zu werden.)

Ebenfalls nur in geringen Mengen und deshalb für die Gesundheit ohne Bedeutung sind in der Atmosphäre stets, wenn auch kaum bestimmbar,

salpetrige Säure und Salpetersäure

vorhanden. Sie entstehen durch die Einwirkung von Ozon auf das beim Faulen stickstoffhaltiger Substanzen frei wer-

dende Ammoniak und weiterhin durch direkte Verbindung von Sauerstoff und Stickstoff infolge elektrischer Entladungen (Gewitter). Sie bilden mit dem Ammoniak der Luft salpetersaures und salpetrigsaures Ammon, welche durch die Niederschläge aus dieser entfernt werden.

Neben den bisher besprochenen, in der freien Atmosphäre vorhandenen chemischen Verbindungen finden sich in geschlossenen Räumen noch andere, welche entweder von der Lebensthätigkeit der Menschen und Tiere herrühren oder aber durch die Beschäftigung und Lebensweise der Menschen entstehen.

Es gelangen nämlich ausser Kohlensäure und Wasserdampf vom menschlichen und tierischen Organismus noch andere Verbindungen in die Luft der Umgebung, welche um so bemerkbarer werden, je enger der Raum und je weniger ausreichend der Luftwechsel ist. Diese

Riechstoffe,

wie sie gewöhnlich genannt werden, rühren hauptsächlich von dem auf der Haut ausgeschiedenen Schweiss her, welcher sich durch die Thätigkeit von Mikroorganismen zersetzt, wenn die Haut nicht sauber gehalten wird; es bilden sich dann Ammoniak, Baldriansäure, Capron- und Caprylsäure u. s. w.

Eine weitere Quelle dieser Riechstoffe sind die im Darmkanal ablaufenden Zersetzungen, durch welche beim Austritt von Darmgasen oder bei Entleerung der Exkremente eine Verunreinigung der Luft stattfindet. Diese kann dann besonders hochgradig werden, wenn nicht durch rechtzeitige Beseitigung der Fäkalien aus der Umgebung des Menschen gleichzeitig die Ursache der bei rasch eintretender Fäulnis entstehenden Kohlenwasserstoffe, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, flüchtigen Fettsäuren u. s. w. entfernt wird.

Die gewöhnlich in der Luft bemerkbaren Riechstoffe sind in solch geringen Mengen vorhanden, dass eine quantitative Bestimmung der einzelnen Verbindungen absolut ausgeschlossen ist. Dagegen sind von Uffelmann und neuerdings von Acharow Methoden angegeben worden, mittelst deren man die Summe aller dieser organischen Stoffe durch

Einwirkung auf eine bekannte Lösung von Kaliumpermanganat bestimmen kann.

Der Nachweis einer direkten Schädigung dieser Stoffe für den Menschen ist bisher nicht gelungen. Nur in der Exspirationsluft soll nach Brown-Séquard und d'Arsonval ein giftiges Alkaloid enthalten sein, doch ist dieser Befund von verschiedenen Forschern als irrig erwiesen worden. Dennoch kann kein Zweifel darüber herrschen, dass der Aufenhalt in Räumen mit stark verunreinigter Luft für den Menschen nachteilig ist. Dies muss man aus den häufig in überfüllten Lokalen auftretenden akuten Störungen (Kopfschmerzen, Ohnmacht, Schwindel u. s. w.) schliessen, es geht aber auch aus dem Aussehen und dem Gesundheitszustand aller der Personen hervor, welche dauernd solche Luft zu atmen gezwungen sind. Sehr wahrscheinlich ist es ferner, dass der dem Menschen innewohnende Ekel vor derartiger Luft ihn unbewusst zu einer oberflächlichen Atmung veranlasst und damit der Grund zu späteren Lungenerkrankungen, besonders Tuberkulose, gelegt wird.

Auf die Gesundheitsschädigungen, welche bei technischen Betrieben entstehen, wenn schädliche Gase, Salzsäure, schweflige Säure. Schwefelwasserstoff u. s. f. der Atmungsluft beigemengt werden, wird bei Besprechung der Gewerbehygiene näher eingegangen werden.

Hier soll nur noch ein Gas erörtert werden, welches in der freien Atmosphäre nie vorhanden, jedoch in bewohnten Räumen bei falsch angelegten oder schlecht funktionierenden Heizungs- und Beleuchtungseinrichtungen gelegentlich vorkommt, das

Kohlenoxyd.

Der Nachweis des Kohlenoxyds geschieht auf zweierlei Weise. Entweder bringt man die fragliche Luft mit Papier in Berührung, welches mit einer Lösung von Palladiumchlorür getränkt ist, wobei durch ausgeschiedenes metallisches Palladium eine Schwarzfärbung des Papiers eintritt, oder man lässt die Luft auf Blut einwirken und beobachtet mit dem Spektralapparat die hierbei auftretenden Veränderungen. Das im normalen Blut enthaltene Oxyhaemoglobin zeigt nämlich bei

hinreichender Verdünnung im gelben und grünen Teil des Spektrums, zwischen den Frauenhofer'schen Linien D und E zwei scharf begrenzte Absorptionsstreifen, welche im Kohlenoxydblut näher aneinderliegen und nicht so scharf begrenzt sind. Diese Differenz ist nur schwer erkennbar. Ein deutlicherer Unterschied tritt aber sofort auf, wenn man beide Blutarten mit einer reduzierenden Substanz (ein Tropfen verdünnter Schwefelammoniumlösung oder Stokes'scher Flüssigkeit, weinsaures Eisenoxydulammoniak) behandelt. Dann wird das leicht zersetzliche Oxyhaemoglobin zerstört, es entsteht reduziertes Haemoglobin, welches nur an einem stark verwaschenen, breiten, bei D und E liegenden Streifen zu erkennen ist, während das schwerer zersetzliche Kohlenoxydhaemoglobin unverändert bleibt und nach wie vor die zwei undeutlichen Streifen im Spektrum zeigt.

Zur quantitativen Bestimmung des Kohlenoxyds wird nach einer von Fodor angegebenen Methode eine gemessene Luftmenge zur Absorption des CO mit Blut in Berührung gebracht, das Blut wird dann erwärmt, das Kohlenoxydhämoglobin hiebei zerstört und das frei gewordene CO durch einen Luftstrom über Palladiumchlorür geleitet. Das ausgeschiedene Palladium wird später gewogen und aus dem Gewicht das vorhanden gewesene CO berechnet.

Die Wirkung des Kohlenoxyds, die Vorkehrungen, welche man behufs Vermeidung der Gefahr einer Vergiftung zu treffen hat, werden bei der Beleuchtung und Heizung besprochen werden.

Physikalische Eigenschaften der Luft.

Die Wärme.

Auf den einzelnen Punkten der Erdoberfläche herrschen verschiedene Temperaturen, welche teils direkt teils indirekt von der Sonne abzuleiten sind.

Einmal empfängt die Erde von der Sonne ausgehende Wärmestrahlen, dann besitzt sie eine sogenannte Eigenwärme, welche ebenfalls von der Sonne herrührt aus einer Zeit, da

sie selbst noch als glühender Teil zur Sonne gehörte und von dieser noch nicht abgelöst war, drittens entsteht auf der Erdoberfläche Wärme durch Verbrennung organischer Körper (hauptsächlich Holz und Kohlen), wobei die bei deren Bildung aufgenommene und latent gewordene Sonnenwärme durch den Verbrennungsprozess wieder frei gemacht wird. Die Temperatur der Erdoberfläche und der sie umgebenden Atmosphäre würde nun durch den Einfluss der Sonne stetig zunehmen, wenn nicht gleichzeitig Wärme von der Erdoberfläche abgeleitet würde. Dies geschieht durch Ausstrahlung nach dem kalten Weltenraume hin, wodurch eine der zugeführten Wärme entsprechende Wärmemenge verloren geht.

Um über die Temperaturverhältnisse eines Ortes genaue Kenntnis zu erhalten, genügt eine einmalige Beobachtung nicht; diese würde nur die momentane Temperatur erkennen lassen. Es sind fortgesetzte Beobachtungen notwendig, aus denen man Durchschnittswerte für einen Tag, einen Monat u. s. w. erhalten kann. Liest man jede Stunde das Thermometer ab und dividiert die Summe der 24 erhaltenen Zahlen durch 24, so erhält man das Tages-Temperaturmittel. Es genügen jedoch zu dessen Feststellung nur drei Beobachtungen: 6 Uhr morgens, 2 Uhr nachmittags, 10 Uhr abends. Das arithmetische Mittel der drei beobachteten Temperaturen ergibt annähernd genau das gesuchte Tagesmittel. Bei nur zwei Tagesbeobachtungen sind die Zeiten 9 Uhr morgens und abends oder 10 Uhr morgens und abends zu wählen.

Aus den Tagesmitteln wird das Monatsmittel, aus den Monatsmitteln das Jahresmittel in analoger Weise festgestellt. Das Jahresmittel allein gibt nun aber keine klare Vorstellung von den Wärmeverhältnissen des betreffenden Ortes, da zwei Punkte, welche dasselbe Jahresmittel haben, doch sehr verschiedene Temperaturverhältnisse zeigen kömnen. Es ist nicht gleichgiltig, ob man sich an einem Ort befindet, der, um ein extremes Beispiel anzuführen, eine Temperatur hat, welche immer nur wenig von + 15° abweicht oder aber, ob die Temperatur am Morgen 0°, mittags 30°, am Abend 15° zeigt; in beiden Fällen wäre die mittlere Temperatur 15°.

Man muss sich deshalb noch Kenntnis von der Temperaturbewegung des Durchschnittstages verschaffen, die man erhält, wenn man sämtliche Morgen-, Mittags- und Abendtemperaturen eines Monats addiert und durch die Anzahl der Tage dividiert. Aus diesen Zahlen erhält man die periodische Tagesschwankung, wenn man die kälteste von der wärmsten Tagesstunde eines solchen Durchschnittstages subtrahiert. Die aperiodische Tagesschwankung, welche die Differenz der Mittel aller Maximal- und Minimaltemperaturen in jedem Monat in einer Reihe von Jahren angibt. ist von noch grösserer Bedeutung.

In ähnlicher Weise werden dann noch berechnet die mittleren Maxima und Minima jedes Monats nach einer Anzahl von Jahren, deren Differenz die mittlere (aperiodische) Amplitude der Monatsschwankung ist, ferner die mittlere Temperaturdifferenz von einem Tage zum andern.

Die Temperaturverhältnisse eines Ortes sind von sehr verschiedenen Momenten abhängig, von denen drei besonders wichtig sind, die geographische Breite, die Kontinental- oder Seelage, die Höhe über dem Meeresniveau. Dies wird deutlich, wenn man, wie es zuerst A. v. Humboldt gethan hat, die Jahres- oder Monats- u. s. w. Mittel der verschiedenen Punkte der Erde auf einer Karte verzeichnet und die gleichen Zahlenwerte durch Linien verbindet, welche Isothermen genannt werden. Man sieht dann, dass diese dem Aequator annähernd parallel verlaufen: die Abweichungen sind hauptsächlich durch die oben genannten Faktoren, Verteilung von Wasser und Land und Höhe über dem Meeresniveau zu erklären.

Zur Bestimmung der Temperatur dienen die Thermometer, zumeist hohle Glasgefässe, welche mit einer Flüssigkeit gefüllt sind, aus deren jeweiliger Ausdehnung man an einer passend angebrachten Skala die Temperatur ablesen kann. Ob ein Thermometer richtig zeigt, erkennt man zunächst an der Kontrolle der beiden Fundamental- oder Fixpunkte, des Null- oder Gefrier- und des Siedepunktes.

Der Nullpunkt, d. i. die Temperatur des schmelzenden Eises wird kontrolliert, indem man (s. Fig. 35) das Thermometer bis nahe an den Nullpunkt in kleine Stückchen Eis legt, derart, dass das schmelzende Wasser unten ablaufen kann. Nach Verlauf von etwa einer Viertelstunde ändert sich der Stand nicht mehr. Man kann sich dann überzeugen, ob das Thermometer den Nullpunkt richtig anzeigt. Andernfalls ist die Differenz zu notieren.

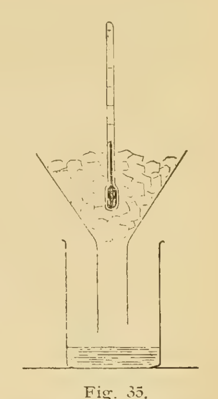


Fig. 35.
Bestimmung des Null- oder Gefrierpunktes.

Der Siedepunkt, d. i. die Temperatur des bei 760 mm Luftdruck siedenden Wassers, wird mit dem Hypsometer (Fig. 36) bestimmt. Das Thermometer ist in dieses derart eingefügt, dass es ganz von Dampf umspült ist, wenn das darunter befindliche Wasser zum Sieden erhitzt wird. Ein seitlich angebrachtes Manometer lässt erkennen, ob der Druck nicht erhöht ist, was eintreten würde, wenn der Dampf keinen bequemen Abzug hätte. Zehn bis fünfzehn Minuten nachdem das Sieden begonnen, ist der höchste Stand erreicht, das Thermometer wird abgelesen. Gleichzeitig sieht man auch den Barometerstand nach; beträgt derselbe nicht 760 mm, so entnimmt man einer Tabelle, in welcher die Siedepunkte des Wassers bei verschiedenen Barometerständen aufgeführt sind, welcher Siedepunkt dem abgelesenen Barometerstand entspricht und vergleicht diesen mit dem gefundenen Siedepunkt. Wenn keine Uebereinstimmung vorhanden, so ist die entsprechende Korrektur anzubringen.

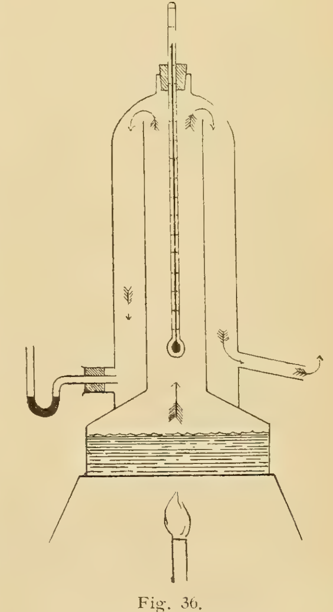


Fig. 36.
Hypsometer, Apparat zur Bestimmung des Siedepunktes.

Zwischen Null- und Siedepunkt befindet sich der Fundamentalabstand, der nach

Réaumur in 80, nach Celsius in 100 Teile geteilt wird. In England und Amerika wird noch das Fahrenheitsche Thermometer benutzt, bei welchem als Nullpunkt die tiefste von Fahrenheit beobachtete Temperatur mit —32⁰, der Siedepunkt mit 212⁰ bezeichnet ist, der Fundamentalabstand ist in 180 Grade geteilt. Die Umrechnung der verschiedenen Thermometerteilungen wird nach folgenden Gleichungen ausgeführt:

n^0 Celsius $= {}^4/_5\, n^0$ Réaumur $= ({}^9/_5\, n + 32)^0$ F.
n^0 Réaumur $= {}^5/_4\, n^0$ C. $= ({}^9/_4\, n + 32)^0$ F.
n^0 Fahrenheit $= {}^4/_9\, (n - 32)^0$ R. $= {}^5/_9\, (n - 32)^0$ C.

Die Kontrolle der zwischen den Fundamentalpunkten befindlichen Grade erfolgt durch Vergleichung mit genau zeigenden Normalthermometern, deren eventuelle Fehler bekannt sind. Beide Thermometer werden dann nahe aneinander in ein Gefäss mit lauem Wasser gebracht, das Wasser gehörig vermengt, die Temperaturen abgelesen. Unter weiterem Zusatz von wärmerem Wasser werden die Kontrollbestimmungen bei verschiedenen Temperaturen wiederholt.

Das einfache Thermometer dient nur zum Ablesen der momentan vorhandenen Lufttemperatur. Es liegt jedoch im hygienischen Interesse, über die Temperatur längerer Zeiträume Kenntnis zu erhalten, zu welchem Zweck sogenannte Thermometrographen angegeben sind, welche entweder nur das im verflossenen Zeitabschnitt erreichte Maximum und Minimum anzeigen, oder aber für den ganzen Zeitraum den Verlauf der Temperatur in Form einer Kurve aufschreiben (selbstregistrierende Thermometer).

Zur Beobachtung von Maximum und Minimum sind zwei verschiedene Thermometer im Gebrauch (Fig. 37). In der Kugel des horizontal aufzuhängenden Maximumthermometers ist ein Glasstift eingeschmolzen, welcher bis in die Capillare reicht und wohl das Austreten des Quecksilbers bei einer Temperaturerhöhung gestattet, bei deren Erniedrigung aber den in der Capillare liegenden Quecksilberfaden zu-

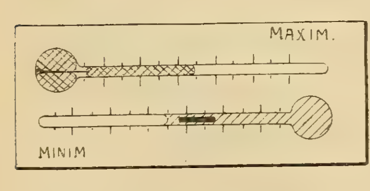


Fig. 37.
Maximum- und Minimum-Thermometer.

rückhält. Bei Neueinstellung des Thermometers wird dieses, die Kugel nach unten, auf der Hand aufgeklopft, das Quecksilber der Capillare vereinigt sich dann wieder mit dem der Kugel.

Das Minimumthermometer nach Rutherford ist mit Weingeist gefüllt. In der Capillare liegt ein kleines Stäbchen mit abgerundeter Kuppe, welches den Weingeist bei eintretender Temperatursteigerung vorüberfliessen lässt, beim Abfall der Temperatur aber durch Capillarattraktion der nach innen gewölbten Oberfläche des Weingeistes mitgerissen wird und bei der tiefsten Temperatur liegen bleibt. Bei Beginn einer neuen Beobachtung wird das Thermometer mit der Kugel nach oben eingestellt, der Schwimmer sinkt dann nach unten, bis seine Kuppe die des Weingeistes berührt.

Der Thermometrograph von Six und Bellani, welcher Maximum- und Minimumthermometer in einem Instrument vereint, hat die in Fig. 38 aufgezeichnete Form. Das eine Ende des doppelt U-förmig gebogenen Glasrohres endet in ein weites, röhrenförmiges Gefäss, das andere in eine Glaskugel. Die Temperatur wird durch den in der Capillare befindlichen Quecksilberfaden angezeigt, welcher bei Temperaturschwankungen durch Volumensänderung des in dem röhrenförmigen Gefäss befindlichen Alkohols verschoben wird. Bei seiner Verschiebung stösst der Quecksilberfaden zwei an seinen beiden Enden befindliche kleine Eisenstäbchen vor sich, welche leicht federnd in die Capillare eingesetzt sind. Das Thermometer hat zwei Skalen, die so angelegt sind, dass die Enden des Quecksilberfadens stets den gleichen Grad zeigen. Steigt die Temperatur, so wird der eine Index mitgestossen und bleibt an der höchsten Stelle stehen, sinkt die Temperatur, so drängt der in der mit flüssigem Weingeist nur halb gefüllten Kugel

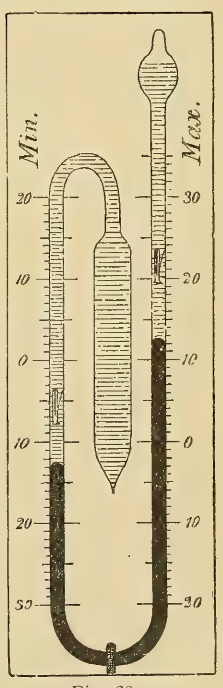


Fig. 38.
Thermometrograph von Six u. Bellani.

vorhandene Alkoholdampf den Faden wieder zurück und mit ihm das am andern Ende befindliche Eisenstäbchen, so dass schliesslich die Kuppen der beiden Schwimmer das in der Zwischenzeit vorhanden gewesene Maximum und Minimum anzeigen.

Vor Beginn einer neuen Beobachtung werden die beiden Indices mit einem kleinen Hufeisenmagneten an den Quecksilberfaden wieder angelegt.

Die früher gebräuchlichen Thermometer haben nach einiger Zeit infolge von Veränderungen des Glases falsch gezeigt; neuerdings ist es gelungen, Glas herzustellen, welches bei abwechselnder Einwirkung von Wärme und Kälte sich nicht verändert. Dasselbe wird in Jena hergestellt und ist als „Normalglas“ im Handel. Man erkennt es an einem im Glasrohr eingeschmolzenen violetten Faden.

Noch einfacher als die gläsernen sind die aus Metall hergestellten Thermometrographen. Bei ihnen wird zu beiden Seiten des die Temperatur angebenden Zeigers je ein kleiner Metallbügel angebracht, welcher an den Exkursionen des Zeigers teilnimmt und an deren Höhepunkten (Maximum und Minimum) stehen bleibt. Die Bügel werden, nachdem das Thermometer abgelesen, wieder an den Zeiger angelegt.

Die zur meteorologischen Beobachtung bestimmten Apparate (Thermometer und Hygrometer u. s. w.) müssen in einem Gehäuse so angebracht werden, dass sie zum Schutz vor der Einwirkung strahlender Wärme nicht direkt von der Sonne beschienen und vom Gebäude aus keinem starken Reflex ausgesetzt werden, wohl aber dem freien Luftzug zugängig sind.

Die genaue Bestimmung der „wahren Lufttemperatur“ unter den verschiedensten natürlichen Bedingungen (im Schatten, Sonnenschein u. s. w.) ist jedoch nur möglich unter Verwendung des Assmann'schen Aspirationsthermometers.

Bei diesem ist das eine von zwei feinen Thermometern zur Ermittelung der Lufttemperatur, das andere, befeuchtete, zur Ermittelung der Feuchtigkeit der Luft bestimmt. Die cylindrischen Gefässe beider Thermometer sind von einem aussen und innen polirten, dünnwandigen Metallrohr umgeben, durch welches ein Exhaustor-Scheibenpaar, das von einem Federkraft-Laufwerk in schnelle Umdrehung versetzt wird, einen kon-

stanten (durchschnittlich 2.3 m. p. sec. betragenden) Luftstrom durchsaugt. Durch diese massenhafte Lufterneuerung wird der Einfluss der direkten Sonnenstrahlung ausgeschlossen und nur die wirkliche Lufttemperatur gemessen. —

Die Existenz des menschlichen Organismus ist u. a. auch von der Erhaltung seiner Eigenwärme abhängig, welche ungefähr 37° beträgt; eine längere Zeit andauernde Erhöhung oder Erniedrigung, auch nur um wenige Grade, vermag er nicht zu ertragen. Da nun im Körper durch die sich dort abspielenden Prozesse fortwährend Wärme erzeugt wird und demnach stets Wärme an die Umgebung abgegeben werden muss, ist die Bedeutung der Temperaturverhältnisse der Luft für den Organismus leicht erklärlich.

Die im Körper produzierte Wärmemenge, welche, wie schon von Lavoisier angenommen, aber erst in allerjüngster Zeit von Rubner sicher nachgewiesen wurde, ausschliesslich von dem im Organismus sich abspielenden Verbrennungsprozess der aufgenommenen Nahrung herrührt, ist sehr bedeutend; sie beträgt je nach dem Alter, der Ernährung, der zu leistenden Arbeit beim Erwachsenen 2—3.5 Millionen Calorien, welche auf verschiedenen Wegen den Körper verlassen.

Von der Haut werden ungefähr 80%, von der Lunge werden circa 20% abgegeben, ein verhältnismässig geringer Teil, etwa 2%, wird zur Erwärmung von Speise und Trank verwandt.

Die Haut ist also das wichtigste Organ für die Beseitigung der Wärme; sie leistet viermal so viel als die Lunge, obwohl deren Oberfläche ungefähr hundertmal so gross als die der Haut ist. Dies ist darin begründet, dass die Haut auf dreierlei Weise Wärme abgeben kann, durch Strahlung, Leitung und Verdunstung.

Durch Strahlung und Leitung wird um so mehr Wärme abgegeben, je niedriger die Temperatur der umgebenden Luft und je stärker diese bewegt ist. Bei heftigen Winden oder auch wenn man durch sogenanntes Fächeln immer neue Luftmengen der Haut nähert, entsteht das Gefühl der Kälte, weil stets andere Luftteile wieder mit der Haut in Berührung kommen und von ihr Wärme fortführen.

Stark beeinflusst wird die Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung der Kleidung, worüber im nächsten Kapitel nachzulesen ist.

Wenn der Feuchtigkeitsgehalt der Luft steigt, wird die Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung sehr vermehrt, während die Wärmeabgabe durch Wasserverdunstung eingeschränkt wird. Das Verhältnis zwischen der durch Strahlung und Leitung einerseits und der durch Wasserverdunstung andrerseits abgegebenen Wärme ist eben derart, dass sich bei feuchter Luft Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung und Verminderung des Wärmeverlustes durch die aufgehobene Wasserverdunstung das Gleichgewicht halten; kann wegen zu hoher relativer Feuchtigkeit nur wenig Wärme durch Wasserverdunstung abgegeben werden, so wird der Verlust durch Leitung und Strahlung eine um so höhere.

Die Verdunstung von der Haut aus ist von der relativen Feuchtigkeit der Luft und der Temperatur abhängig, wie dies pag. 67 schon erörtert wurde. Durch Verdunstung kann unter Umständen ein beträchtlicher Teil der Wärme, $^1/_3$—$^1/_2$ der gesamten Wärmeproduktion entfernt werden.

Infolge besonderer Einrichtungen ist der Organismus im stande, einen sehr bedeutenden Wechsel der Temperaturen ohne Schaden zu ertragen und dabei seine Eigenwärme zu behalten. Die Leistungsfähigkeit in dieser Hinsicht geht jedoch nicht so weit, dass der Körper alle vorkommenden Temperaturschwankungen ohne jede weitere Hilfe überstehen kann; wir unterstützen ihn deshalb durch das Anlegen von Kleidern und den Aufenthalt in geschlossenen Häusern, wodurch die einwirkenden Extreme gemildert werden.

Einer zu niedrigen Temperatur kann man weiterhin begegnen durch sehr reichliche Nahrungszufuhr (der Körper wird besser geheizt), durch willkürliche (Herumlaufen) und unwillkürliche Bewegung (Zittern, reflektorisch durch den Kältereiz hervorgerufen).

Mit allen diesen Hilfsmitteln ist der Mensch bis an die kältesten Punkte der Erde vorgedrungen und hat dort ohne Schädigung der Gesundheit leben können.

Sinkt jedoch die Temperatur, ohne dass die entsprechenden Vorsichtsmassregeln getroffen werden, dann wird dem Körper zu viel Wärme entzogen — er erfriert. Das Erfrieren kann lokal sein und wird häufig an den nicht oder ungenügend bekleideten Körperteilen, Ohren, Nase, Händen, Füssen beobachtet. Es kann aber auch den ganzen Körper betreffen; dann tritt der Tod ein unter Müdigkeit, Schlafsucht, Pulsschwäche, Verlangsamung der Respiration, Lähmung der Muskeln und Nerven, Gerinnung des Blutes und Absinken der Eigenwärme.

Es bedarf kaum einer weiteren Erörterung, wie das Erfrieren zu verhindern ist; die Mittel, welche den Organismus in der Regulierung der Temperatur und in der Verhinderung einer zu starken Wärmeabgabe zu unterstützen haben, sind bekannt und sind weiter oben angegeben; ihre ausreichende Verwendung schliesst ein lokales oder vollständiges Erfrieren aus.

Der schädliche Einfluss zu niederer Temperaturen äussert sich viel häufiger als im Erfrieren in der Erzeugung der sogenannten Erkältungskrankheiten.

Den Begriff „Erkältung" wissenschaftlich genau zu definieren, ist bisher nicht möglich. Man weiss eben nur aus ungemein zahlreichen Beobachtungen, dass unter gewissen Verhältnissen, bei starken kalten Winden, bei plötzlicher Temperaturerniedrigung, beim Eintreten feuchter Witterung und darauf folgender Durchnässung der Kleider und des Schuhwerks bestimmte Erkrankungen aufzutreten pflegen. Es sind dies zumeist Katarrhe der Schleimhäute von Rachen, Kehlkopf und Lungen und die sogenannten rheumatischen Affektionen.

Zur Verhütung von Erkältungen müssen besonders die hiefür disponierten Personen durch geeignete Kleidung, vorsichtiges Leben die Einwirkung der bekannten Erkältungsursachen meiden, dann aber auch unter aufmerksamer Hautpflege und Abhärtung des Organismus durch kalte Waschungen, Baden u. s. w. den Körper möglichst widerstandsfähig machen.

Auch durch allzu hohe Temperaturen kann der Mensch geschädigt werden. Geringe Erhöhungen über die ihm am

besten zusagende Temperatur von etwa 20° C. erträgt er auch längere Zeit, besonders wenn passende Kleidung und reger Luftwechsel die Wärmeabgabe erleichtern. Wie diesbezüglich angestellte Versuche gezeigt haben, kann er eine kurze Zeit auch in sehr hohen Temperaturen über 100° leben, wenn die Luft trocken ist und durch Wasserverdunstung Wärme abgegeben werden kann. Eine derartige Verwendung heisser, trockener Luft findet in den römisch-irischen Bädern statt, in denen die Temperatur bis auf 90° erhöht werden kann. Ist die Luft feucht, wie in den russischen Bädern, wo also die Wärmeabgabe durch Verdunstung ausgeschlossen, so ist eine Temperatur über 56° nicht mehr erträglich.

Hohe Temperaturen müssen ertragen werden in Fabriken, Bergwerken, bei Tunnelbohrungen u. s. w.; so waren beim Bau des Gotthardtunnels hauptsächlich auf der Schweizer Seite sehr hohe Temperaturen bis 85° vorhanden. Selbstverständlich legen dann die Arbeiter ihre Kleidung ab und können nur kurze Zeit ihre Arbeit ausführen.

Sind bei hoher Lufttemperatur an heissen Sommertagen im Freien anstrengende Arbeiten auszuführen oder weitere Märsche zu machen, so werden Erkrankungen beobachtet, die man als Hitzschlag bezeichnet. Von diesem ist wohl zu unterscheiden der Sonnenstich. Es sind dies zwei ganz verschiedene Krankheiten und zwar ist der Sonnenstich die ausschliessliche Folge der direkten Einwirkung von Sonnenstrahlen auf den ruhenden Organismus, während der Hitzschlag zwar auch bei hoher Temperatur entsteht, aber nur, wenn deren schädlicher Einfluss noch durch grosse körperliche Anstrengungen der betreffenden Personen und durch eine bedeutende Feuchtigkeit der umgebenden Luft kompliziert wird.

Der Sonnenstich wird in unserem Klima nur selten beobachtet, zumeist in den Tropen, wo man sich gegen die schädliche Insolation hauptsächlich durch weisse, die Sonnenstrahlen reflektierende und nicht absorbierende Kopfbedeckungen schützen muss.

Häufiger ist bei uns der Hitzschlag, dem jedes Jahr, besonders beim Militär, mehrere Personen zum Opfer fallen.

Er tritt dann auf, wenn an heissen Sommertagen anstrengende Uebungen, lange Märsche in geschlossener Kolonne gemacht werden. Ausser den Einflüssen, welche durch eine gesteigerte Wärmebildung und behinderte Wärmeabgabe die Eigenwärme des Körpers erhöhen, spielen noch prädisponierende Momente mit, zeitweilige Entwöhnung vom Dienst, übermässiger Alkoholgenuss, reichliche Fettablagerung und krankhafte Veränderungen der Respirationsorgane. Die Krankheitserscheinungen sind Bewusstlosigkeit, Ohnmacht, Cyanose, hohe Körpertemperatur, Asphyxie, Atemlosigkeit, Krämpfe und Erbrechen. Die Prophylaxe ergibt sich aus der Erkenntnis der Ursachen des Hitzschlags; anstrengende Märsche sind in den Mittagsstunden zu unterlassen oder mit besonderen Vorsichtsmassregeln — Marschieren in nicht geschlossener Kolonne, bei geöffnetem Rock — auszuführen, die prädisponierenden Momente (Alkoholmissbrauch u. s. w.) sind zu vermeiden.

Die Behandlung sucht zunächst durch Abkühlung des Kranken die überschüssige Wärme fortzuführen, dann durch Hautreize und Erfrischungsmittel den Organismus anzuregen. Unter energischer Anwendung der künstlichen Atmung ist die Blutbewegung wieder in Gang zu bringen.

Calorimetrie.

Unsere Kenntnisse über den Wärmehaushalt des menschlichen Organismus sind in den letzten Jahren zu hoher Entwickelung gelangt, nachdem die Technik der Calorimetrie, insbesondere der Tiercalorimetrie durch Rosenthal und Rubner in glücklichster Weise gefördert war. Rubner gelang es, ein Tiercalorimeter zu konstruieren, bei welchem zur selben Zeit alle biologisch wichtigen Faktoren erhoben werden konnten: die Stoffzersetzung, die Wärmebildung und Wasserverdampfung. Mit diesem Calorimeter konnten nicht nur Teilstücke des tierischen Stoffumsatzes, sondern alle für die Erkenntnis der Stoffzersetzung notwendigen Werte festgestellt werden. Das Rubnersche Tiercalorimeter lässt die Lösung wichtiger physiologischer Probleme erhoffen und wird auch in Zukunft bei Bearbeitung vieler hygienisch bedeutender Fragen eine grosse Rolle spielen.

Das in Fig. 39 abgebildete Calorimeter besteht aus dem für den Aufenthalt des Tieres oder die Aufnahme der zu untersuchenden Leuchtmaterialien etc. bestimmten Calorimeterraum, in welchen eine Röhre die frische Luft zu, aus welchem eine andere die verbrauchte Luft abführt (wie bei dem Pettenkofer-Voitschen Respirationsapparat).

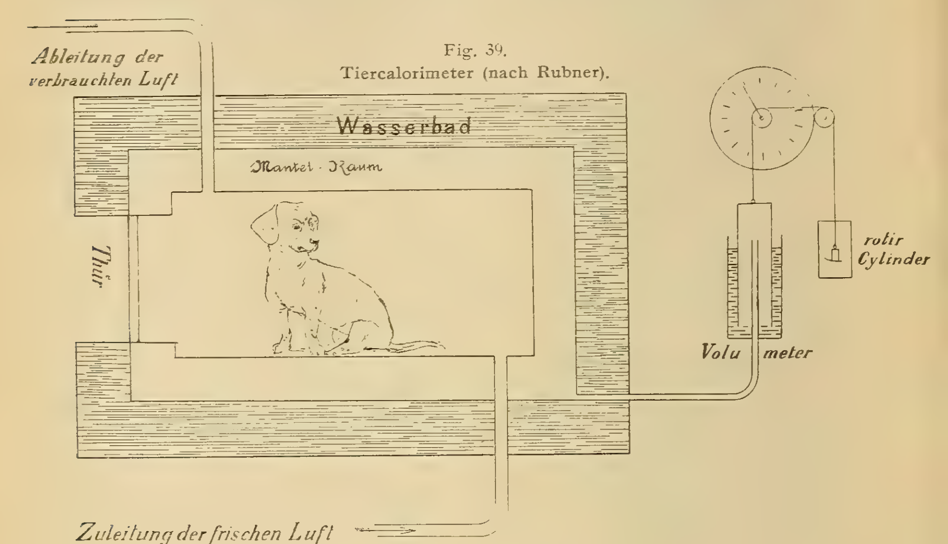


Fig. 39.
Tiercalorimeter (nach Rubner).

Der Calorimeterraum ist von einem mit Luft gefüllten Mantelraum eingeschlossen, welcher durch ein Rohr mit einem Volumeter in Verbindung gesetzt ist. Der Mantelraum ist von einem in der Zeichnung weggelassenen Isolierraum umgeben, das Ganze dann in ein grosses Wasserbad von konstanter Temperatur eingesenkt. Das Volumeter besteht aus einer leichten, äquilibrierten Glocke, welche in einem mit Petroleum gefüllten Gefäss schwimmt. Gibt die im Calorimeterraum befindliche Wärmequelle Wärme ab, so wird dadurch die Luft im Mantelraume so lange wärmer, bis die nach aussen abgegebene Wärme gleich ist der im Innern erzeugten. Jeder Wärmeentwickelung (Calorienproduktion) im Innern entspricht daher eine bestimmte Temperatur des Mantelraumes und dieser letzteren entspricht eine verschiedene Ausdehnung der in demselben befindlichen Luft. Der Mantelraum

ist also gewissermassen ein grosses Luftthermometer; dehnt sich die Luft in ihm aus, so wird die Glocke des Volumeters, deren Führung über zwei Rollen läuft, gehoben. An der ersten Rolle ist ein Zeiger angebracht, welcher sich vor einer in Grade geteilten, mit der ersten Rolle koncentrischen Scheibe bewegt. Am Gewicht, welches der Volumeterglocke das Gleichgewicht hält, ist ein Schreibstift angebracht, welcher die Bewegung des Volumeters auf einen rotierenden Cylinder aufschreibt.

Der Luftdruck.

Die Atmosphäre übt einen bestimmten Druck auf die Erdoberfläche aus, welcher um so grösser ist, je mehr sie sich dem Mittelpunkt der Erde nähert und umgekehrt mit der Entfernung von diesem abnimmt. Der Luftdruck ist daher auf Bergen bedeutend niedriger als in der Ebene oder auf dem Meeresspiegel.

Auf dem Meeresniveau am Aequator hält der Luftdruck einer Quecksilbersäule von 760 mm das Gleichgewicht. Der Luftdruck bleibt an den verschiedenen Stellen der Meere nicht überall gleich. Man ist jedoch übereingekommen, unter Luftdruck im Meeresniveau den von 760 mm Hg zu verstehen.

Die Höhe der Luftsäule, also der Durchmesser der die Erdkugel zonenartig umgebenden Atmosphäre wird auf circa 10 Meilen geschätzt. Der Mensch kann nur in dem der Erde zugewandten Achtel existieren, weil in bedeutenderen Höhen der verminderte Luftdruck die für die Atmung notwendigen Bedingungen nicht mehr erfüllt. Es wurde dies zuerst durch eine unglückliche Ballonfahrt erwiesen, bei welcher zwei von drei Luftschiffern in einer Höhe von etwa 10000 m ihr Leben verloren; der dritte wurde ohnmächtig und kam erst wieder zur Besinnung, nachdem sich der Ballon gesenkt hatte.

Die Höhen, bis auf welche sich sonst der Mensch erhebt, in denen er noch die für seine Existenz notwendigen Bedingungen findet, sind viel geringer, wie die folgende kleine Tabelle zeigt, welche einige der höchstgelegenen bewohnten Orte mit Angabe der Höhe und des Luftdrucks enthält.

	Höhe	Luftdruck
Hospiz auf dem St. Gotthard	2030 m	584.8 mm
„ „ „ St. Bernhard	2470 m	557.6 mm
Ein Dorf im Himalaja	4350 m	438.3 mm
Thok Djalank in Thibet	4580 m	407.0 mm
Bergwerke von Villacota	5042 m	352.2 mm

Die Grenzen, innerhalb welcher die Luftdruckschwankungen für den Menschen noch erträglich, sind viel weiter, als die Aenderungen des Luftdrucks, wie sie im Laufe des Jahres an einem bestimmten Punkte vorkommen und welche direkt gar keinen Einfluss auf die Gesundheit haben, wohl aber indirekt, indem durch die Veränderungen des Luftdrucks Bewegungen in der Atmosphäre entstehen, welche den Wechsel der Witterung hervorrufen. Die Beobachtung des Luftdrucks ist deshalb ebenfalls von Wichtigkeit, besonders die Verteilung des Luftdrucks auf der Erdoberfläche, weil auf ihr die Wetterprognose beruht. Da jedoch der jeweilig beobachtete Barometerstand nicht allein von der Schwere der über dem Orte liegenden Luftschicht, sondern auch von der Höhenlage des Ortes abhängig ist, muss bei vergleichenden Zusammenstellungen dieser letztere Faktor eliminiert, der Barometerstand auf Meeresniveau reduziert werden.

Verbindet man auf einer Landkarte die Punkte mit gleichem reduziertem Barometerstand, so erhält man die sogenannten Isobaren. Auf Grund einer solchen Isobarenkarte kann man sich ein Bild machen von dem momentanen Zustand der die Erde umgebenden Atmosphäre. Ihre äusserste Begrenzung ist nicht wiederum eine Kugelfläche, sondern eine Fläche mit Thälern und Erhebungen. Die Thäler sind die Luftdruckminima oder barometrischen Depressionen, die Erhebungen die Luftdruckmaxima. Ihre stete Veränderung bedingt den Wechsel der Witterung, wie später geschildert werden wird.

Wie schon oben angegeben, hat die stete Aenderung des Luftdrucks, wie sie bei einem Aufenthalte an einem Orte vorkommt, keinen direkten Einfluss auf die Gesundheit. Dies ist nur der Fall, wenn der Wechsel ein viel bedeutenderer und plötzlicher ist. So werden alle Personen, welche in

der Meerestiefe Taucher- oder andere Arbeiten auszuführen haben, je nach der Tiefe, in welche sie hinab müssen, einem mehr oder weniger erheblichen Luftdruck ausgesetzt. Die Erhöhung des Drucks ist notwendig, weil sonst das Wasser in den Apparat, in welchem sie sich befinden, nachdringen würde, wenn nicht durch Einführung komprimierter Luft Innen- und Aussendruck einander gleich gehalten würden. Beim Arbeiten unter solch erheblichen Druckstärken treten grosse Gefahren auf, wenn nicht durch besondere Vorkehrungen dafür gesorgt ist, dass der Uebergang von atmosphärischem zu erhöhtem Druck und umgekehrt ganz allmählich vor sich geht. Es haben deshalb die Caissons, grosse eiserne Kasten, wie sie zumeist bei Wasserbauten gebraucht werden, noch kleinere Vorräume mit zwei Thüren, deren eine mit dem Caisson, deren andere mit der Atmosphäre in Verbindung steht. Die Caissons werden, unten natürlich offen, ins Wasser eingelassen und durch Einpumpen komprimierter Luft wird das Wasser entfernt. Der Arbeiter begibt sich dann in den Vorraum, welcher zunächst noch unter Atmosphärendruck steht, aber allmählich auf einen Druck gebracht wird, der dem im Caisson gleich ist. Erst dann wird die Verbindungsthür zum Caisson geöffnet. Nach beendeter Arbeit muss der Arbeiter in dem Vorraum warten, bis wiederum ganz allmählich der ursprünglich hohe Druck auf den einer Atmosphäre erniedrigt ist und kann erst dann ins Freie treten. Nur bei genauer Beobachtung dieser Vorsichtsmassregeln können die an und für sich anstrengenden Arbeiten ohne ernste Gefahren für die Gesundheit ausgeführt werden. Diese beruhen in dem Einfluss, welchen der Wechsel der verschiedenen Druckstärken auf die innerlichen Organe, die Blutverteilung u. s. w. ausübt und äussern sich besonders in schweren Affektionen des Gehörorgans (Ohrenentzündung, Taubheit), Blutungen aus Ohr, Nase, Mund, Lunge und Magen. Ja sogar Ohnmacht und plötzlicher Tod können die Folge der schnellen Ausdehnung der in der Blutbahn regelmässig vorhandenen, bei dem vorher herrschenden hohen Druck stark komprimierten Gase sein.

Aehnliche Erscheinungen, wie die eben geschilderten, welche beim Uebergang von sehr hohem in den gewöhnlichen

Atmosphärendruck beobachtet werden, treten auch auf, wenn sich der Mensch schnell in sehr hohe Regionen begibt, wie dies bei Ballonfahrten und Bergtouren geschieht. Besonders bei letzteren kann der verminderte Luftdruck Schäden verursachen, weil hier die Verhältnisse durch die starken Muskelanstrengungen noch kompliziert werden. Die „Bergkrankheit" beginnt in verschiedenen Gebirgen nicht immer in der gleichen Höhe, stets aber erst in einer Region, die über 3000 Meter hoch liegt.

Es tritt bei der Bergkrankheit zuerst Atemnot und erhöhte Pulsfrequenz auf, dann folgen Mattigkeit, Schwindel, Uebelkeit, Erbrechen und Diarrhöe. Wird die Bergpartie nicht unterbrochen, so kann die Erkrankung schnell eine gefährliche Wendung nehmen. Es entstehen Blutungen, Ohnmachten, eventuell tritt rasch der Tod ein.

Die Bergkrankheit wird verhütet, wenn die Bergtouren nicht forciert werden und man dem Organismus Zeit lässt, sich den neuen Bedingungen zu akkomodieren, wie auch Personen, welche in der Ebene gelebt haben, sich an den Aufenthalt auf Hochplateaus leicht gewöhnen und dann dieselbe Arbeit zu leisten im stande sind, wie die Bewohner der hohen Regionen. Bei Beginn der Bergkrankheit schafft die Unterbrechung der Anstrengung und eine dem Körper gewährte Rast stets vollständige Heilung.

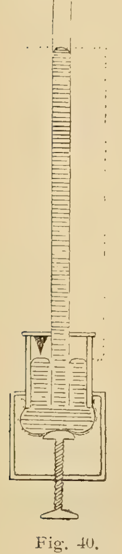


Fig. 40. Gefässbarometer nach Fortin.

Von den für die Messung des Luftdruckes bestimmten Barometern sind hauptsächlich im Gebrauch:

Das Gefässbarometer nach Fortin (Fig. 40), dessen Gefäss einen ledernen Boden besitzt, welcher bei Einstellung des Instrumentes durch eine Schraube gehoben werden kann, bis das Quecksilber eine an der Decke des Gefässes angebrachte Elfenbeinspitze berührt. Diese Spitze entspricht dem Nullpunkt der auf dem Glasrohr aufgeätzten Skala. Beim Ablesen ist dann nur noch die Capillardepression zu berücksichtigen, welche vom Durchmesser der Röhre abhängig ist. Sie beträgt bei 4 mm weiter Röhre noch 1.6 mm,

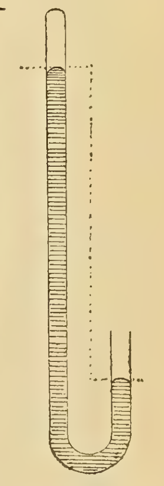
bei 20 mm nur noch 0.025. Dementsprechend ist dann bei der Ablesung eine Korrektion anzubringen, d. h. die die Capillardepression angebende Zahl noch hinzuzuaddieren. Das Fortinsche Barometer eignet sich besonders zum Transport, indem der lederne Boden so weit nach oben geschraubt werden kann, dass das Quecksilber das ganze Lumen einnimmt und somit nicht hin- und hergeschüttelt werden kann.

Das Kappeler'sche Stationsbarometer ist vollständig aus Glas hergestellt; der Nullpunkt wird bei demselben nicht eingestellt, es ist vielmehr die Skala schon unter Berücksichtigung des Verhältnisses des Durchmessers der Röhre und des Gefässes berechnet.

Auch bei diesem Gefässbarometer ist die Capillardepression zu berücksichtigen.

Die Heberbarometer (Fig. 41) bestehen aus einer U-förmig gekrümmten, durchweg gleichweiten Röhre. Steigt infolge Druckveränderung das Quecksilber im Schenkel, so fällt es genau um dieselbe Höhe im andern. Die Druckhöhe ist genau der Differenz des Niveaus beider Seiten. Ein Einfluss des Gefässes ist nicht vorhanden, wie auch die Capillardepression in beiden Schenkeln die gleiche ist.

Die Ablesung des Heberbarometers wird in verschiedener Weise ausgeführt. Entweder ist auf beiden Schenkeln je eine Skala angebracht und es ist dann abzulesen, um wie viel das Quecksilber in jedem Schenkel über Null steht und aus den beiden Zahlen die Differenz zu nehmen. Oder aber die Skala ist beweglich, ihr Nullpunkt wird auf das Quecksilberniveau eingestellt und dann abgelesen, oder endlich, das Barometerrohr ist beweglich; es wird dann die Quecksilberkuppe des kurzen Schenkels auf den Nullpunkt der Skala eingestellt.


Fig. 41.
Heberbarometer

Nach erfolgter Ablesung eines jeden Quecksilberbarometers ist noch eine Reduktion vorzunehmen, welche einen Fehler ausschliesst, der durch die Volumsveränderung des Quecksilbers bedingt wird, welche eine Folge der Einwirkung verschiede-

ner Temperaturen ist. Es ist die Reduktion auf 0°. Da die Ausdehnung des Quecksilbers für 1° C. und 1 mm 0,00018 mm beträgt, so ist die Reduktion nach der Formel $b_0 = b_t - b_t\ t.$ 0,00018 auszuführen, wobei b_0 der zu berechnende Barometerstand bei O°, b_t der abgelesene Barometerstand bei der zur Zeit der Ablesung vorhandenen Temperatur $= t^0$ ist.

Um diese häufig vorzunehmende Berechnung zu ersparen, sind besondere Tabellen berechnet. Die umstehende Tabelle gibt die bei einem Barometerstand von 710—780 mm und einer Temperatur von +1° bis +30° vorzunehmenden Reduktionen an.

Die Barometer müssen in Räumen aufgehängt werden, welche keine grossen Temperaturschwankungen haben, wo sie besonders auch vor der Sonne geschützt sind. Heberbarometer sind schräg zu hängen, weil sonst durch Oxydation des im kurzen Schenkel offenen Quecksilbers das Glas angegriffen und das Ablesen erschwert wird.

Die Metall- oder Aneroïdbarometer, d. s. Barometer, welche nicht mit einer Flüssigkeit (Quecksilber) gefüllt sind (ῥοώδης flüssig), bestehen aus luftleer gemachten Metallringen oder Dosen, welche je nach der Stärke des äusseren Luftdrucks mehr oder minder stark komprimiert werden. Das in Fig. 42 gezeichnete Bourdon'sche Metallbarometer besteht aus einem solchen wurstförmig gebogenen Metallring, welcher in seiner Mitte befestigt ist. Bei Zunahme des äusseren Luftdrucks werden die Enden genähert. Ein kleiner Hebel, welcher mit ihnen in Verbindung steht und an seinem andern Ende in ein Zahnrad eingreift, auf welchem ein Zeiger befestigt ist, macht durch die Bewegungen des Zeigers die Schwankungen des Luftdruckes sichtbar.

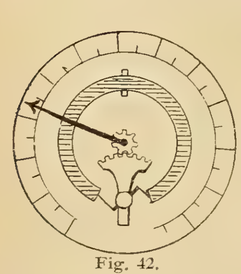


Fig. 42.
Bourdons Metall- oder Aneroid-Barometer.

Die Metallbarometer werden nach Vergleich mit Normalbarometern eingestellt.

Reduktion *) der in Millimetern ausgedrückten Barometerstände auf 0°.

Abgelesene Temperatur	Abgelesener Barometerstand							
	710 mm	720 mm	730 mm	740 mm	750 mm	760 mm	770 mm	780 mm
+ 1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
10	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
11	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4
12	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
13	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.7
14	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8
15	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9
16	1.9	1.9	1.9	1.9	1.0	2.0	2.0	2.0
17	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2
18	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3
19	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.4
20	2.3	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5
21	2.4	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.7
22	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8
23	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9
24	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1
25	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
26	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.3	3.3
27	3.1	3.2	3.2	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4
28	3.3	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.5	3.6
29	3.4	3.4	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7
30	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.8	3.8

*) Die Reduktion besteht darin, dass die aus der Tabelle zu entnehmende, dem abgelesenen Barometerstand und der abgelesenen Temperatur entsprechende Zahl von dem abgelesenen Barometerstand abgezogen wird.

Die Luftbewegung

ist die direkte Folge des an den verschiedenen Stellen der Erde herrschenden ungleichen Luftdruckes, indem durch ihn eine Verschiebung der Luftmassen hervorgerufen wird. Indirekt wird die Luftbewegung durch die Erwärmung der Erde von seiten der Sonne hervorgerufen. Diese ist in den Tropen am stärksten, die Luft dehnt sich dort aus und steigt in die Höhe. Das Aufsteigen erfolgt mit einer sehr geringen Geschwindigkeit, die Luft erscheint deshalb ruhig — aequatoriale Calmenzone. Die aufsteigende Luft teilt sich in der Höhe in zwei Teile, welche nach Norden und Süden abströmen — Passatwinde, während auf der Erdoberfläche die Luftbewegung in umgekehrter Richtung von den Polen nach dem Aequator zu verläuft — unterer Passat.

Das angeführte Beispiel möge zur Erklärung des Entstehens der Winde genügen. Je nach der örtlichen Lage eines Punktes, der Verteilung von Land und Wasser u. s. w. sind die dort zu beobachtenden Winde konstant, periodisch oder vorherrschend. Der vorhin beschriebene Passat ist ein konstanter Wind, da er während des ganzen Jahres in derselben Richtung weht. Periodisch nennt man Windströme, welche zu bestimmten Zeiten des Jahres wehen, vorherrschend endlich die aus einer bestimmten Richtung am häufigsten auftretenden.

Die Windverhältnisse eines Ortes müssen durch jahrelang fortgesetzte Einzelbeobachtungen erforscht werden und man erhält ein anschauliches Bild über die Häufigkeit der einzelnen Windrichtungen, wenn man diese entsprechend ihrer Häufigkeit auf die in den acht Hauptrichtungen der Windrose gezogenen Radien eines Kreises vom Centrum aus aufträgt, wie dieses in Fig. 43 nach 38jährigen Beobachtungen 1843—1880 für München geschehen ist.

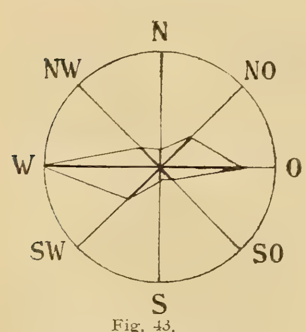


Fig. 43.
Die Häufigkeit der verschiedenen Winde in München.

Die Stärke der Luftbewegung im Freien kann man

nach der Bewegung der Bäume schätzen und dabei zur Angabe des Grades die hier gekürzt wiedergegebene Beaufort'sche Skala benutzen:

Stärkegrad	Bezeichnung	Geschwindigkeit m. pro Sek.	Winddruck kg p. qm.	Wirkung des Windes
0	Windstille	1.5	0.3	Der Rauch steigt gerade empor, kein Blättchen bewegt sich.
2	schwach	6.0	4.4	Für das Gefühl bemerkbar, bewegt einen Wimpel oder leichte Blätter.
4	mässig	10.0	12.2	Streckt einen Wimpel, bewegt die Blätter und kleineren Zweige der Bäume.
6	frisch	15.0	27.4	Bewegt grössere Zweige der Bäume.
8	stark	21.5	56	Bewegt die ganzen Aeste und die schwächeren Stämme, hemmt das Gehen im Freien.
10	Sturm	29.0	103	Rüttelt die ganzen Bäume, bricht Aeste und mässige Stämme, entwurzelt kleine Bäume.
12	Orkan	40.0	195	Deckt Häuser ab, wirft Schornsteine um, bricht und entwurzelt grosse Bäume.

Zur genaueren Bestimmung der Luftbewegung dienen die Anemometer.

Für Messungen im Freien wird das Schalenkreuz-Anemometer von Robinson verwandt. Es besteht (Fig. 44) aus vier an einem Kreuz angebrachten halbkugelförmigen Schalen. Das Kreuz sitzt auf einer vertikalen Axe, deren Ende eine Schraube trägt, welche bei Bewegung der Axe in ein Zählwerk eingreift, das die Anzahl der Umdrehungen angibt. Der Wind fängt sich, aus welcher Richtung er auch kommen mag, immer

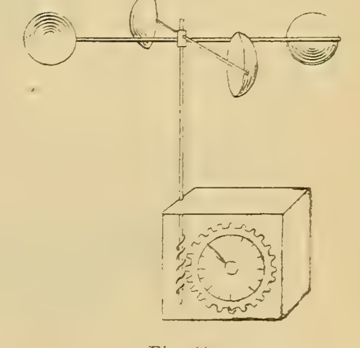


Fig. 44.
Robinsons Schalenkreuz-Anemometer.

in der Concavität von einer der vier Schalen, während er an der convexen Oberfläche der übrigen vorbeistreicht. Hierdurch wird ganz unabhängig von der jeweiligen Windrichtung bei vorhandener Luftbewegung das Anemometer in steter Bewegung erhalten, die um so schneller ist, je stärker der Wind weht. Das Anemometer ist an einem freiliegenden, dem Luftzug gut zugänglichen Punkte aufzustellen.

Um sich über Luftströme in geschlossenen Räumen zu orientieren (z. B. bei Ventilationsanlagen), kann man den aus dem Munde strömenden Zigarrenrauch benützen. (Rauch, welcher direkt einer brennenden Zigarre entströmt, zieht wegen seiner hohen Temperatur senkrecht in die Höhe und wird nur durch starke Luftströme abgelenkt.)

Zur genauen Bestimmung dienen die dynamischen und statischen Anemometer. Die ersteren, von Combes angegeben, bestehen aus einem Kreuz, an dessen vier Enden kleine, schräg gestellte Glimmerplatten angebracht sind, die, dem Luftstrom entgegengestellt, eine Bewegung des Kreuzes hervorrufen, welche durch die Axe vermittelst einer Schraube ohne Ende auf ein Zählwerk übertragen wird.

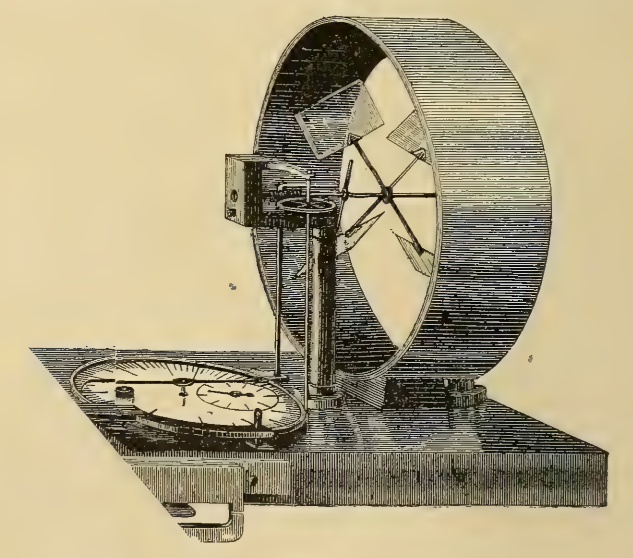


Fig. 45.
Dynamisches Anemometer nach Recknagel.

Die Instrumente sind von Recknagel (s. Fig. 45) vervollkommnet worden und so eingerichtet, dass man sie an einer Gabel in einen Ventilationskanal einbringen und mit Hülfe einer leicht funktionierenden Einrichtung das Rädchen mit den Glimmerplatten beliebig arretieren und wieder in Gang bringen kann. Man lässt dann den Apparat eine Minute in Wirkung treten und berechnet die Luftgeschwindigkeit pro Sekunde nach der Formel:

$$v = \alpha + \beta \cdot \frac{n}{60}$$

in welcher α den Trägheitswiderstand bezeichnet, welcher zur Ingangsetzung des Instruments überwunden werden muss, β den Reibungswiderstand, n die Anzahl der während einer Minute beobachteten Umdrehungen. α und β sind Konstanten, welche für jedes Instrument durch besondere Aichung festgestellt werden müssen.

Beim statischen Anemometer (Fig. 46) wird die Axe des dem dynamischen ähnlich konstruierten Glimmerkreuzes in seiner Bewegung durch eine Uhrfeder gehemmt. Aus dem Grad der Abweichung eines Zeigers, welcher an der Axe angebracht ist, kann man die Stärke des Luftstromes nach der Formel:

$$v = \alpha\sqrt{n}$$

berechnen; α ist ein für jedes Instrument zu ermittelnder Wert, n die Anzahl der Grade des Ablenkungswinkels.

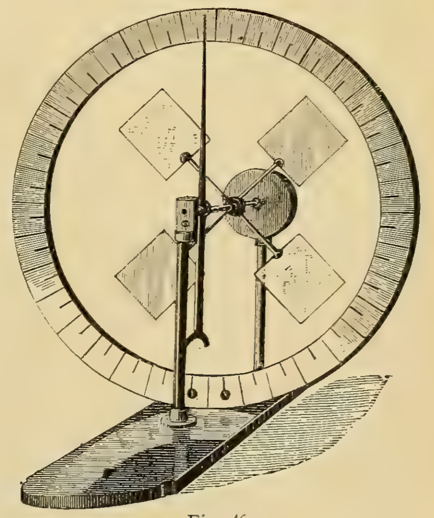


Fig. 46.
Statisches Anemometer.

Bei der Luftbewegung interessiert neben der Geschwindigkeit auch noch die Windrichtung.

Die Windrichtung wird mittelst Windfahnen bestimmt, welche möglichst unbeeinflusst sein sollen von lokal

entstehenden Luftströmungen. Zu bequemerer Beobachtung ist in meteorologischen Stationen die Axe der Windfahne durch das Dach hindurch nach unten verlängert und gibt mittelst eines an ihr senkrecht angebrachten Zeigers auf einer Scheibe mit aufgezeichneter Windrose die Richtung an.

Der Wind wird nach der Richtung, von welcher er herkommt, bezeichnet. Für hygienische Zwecke genügt es, eine der acht Hauptrichtungen anzugeben.

Die Luftbewegung ist hygienisch von mannigfacher Bedeutung. Heftige Winde wirken stark abkühlend und geben zu Erkältungen Anlass. Diese schädlichen Folgen werden besonders einer Art der Luftbewegung zum Vorwurf gemacht, welche man Zug nennt. Eine scharfe Definition von „Zug“ ist ebenso unmöglich, wie von „Erkältung“. Man versteht darunter gewöhnlich eine Luftbewegung, welche sich in unangenehmer Weise fühlbar macht. Dass das aber sehr von der individuellen Empfindlichkeit des Einzelnen abhängig ist, zeigt die häufig zu machende Beobachtung, dass der eine über „lästigen Zug“ klagt, während sich ein anderer nur über das „frische Lüftchen“ freut.

Zugluft kann nicht nur im Freien, sondern auch in geschlossenen Räumen entstehen, wenn Winde auf Gebäude unter zu starkem Druck einwirken und die natürliche Ventilation durch Ritzen und Fugen in übermässiger Weise steigern.

Bei Luftheizungen können Winde unter ungünstigen lokalen Verhältnissen den Effekt der Heizung sehr beeinträchtigen.

Andrerseits bietet aber die Luftbewegung grosse Vorteile, welche die Nachteile bedeutend überwiegen. Sie veranlasst die stete Erneuerung der Luft in bewohnten Orten und wirkt so besonders in dicht bevölkerten Städten sehr günstig. Während bei sogenannter Windstille, während welcher ja immer noch eine Luftbewegung von 1.5 m pro Sekunde statthat, der Aufenthalt wegen der Ansammlung verbrauchter und verunreinigter Luft ein unerträglicher werden kann, bringt das Auftreten eines Windes alsbald die ersehnte Erfrischung. Es ist deshalb auch die fortdauernde Beobachtung der Winde von hoher hygienischer Bedeutung, damit die Strassen, wenn irgend möglich, so angelegt werden, dass der Wind freien

Zutritt zu ihnen hat und damit ferner alle Anlagen, Fabriken u. s. w., welche üble Gerüche hervorbringen, derartig placiert werden, dass die herrschenden Winde die Gase von der Stadt fort, nicht aber in die Stadt hinein treiben.

Niederschläge.

Wird die Temperatur der Atmosphäre unter ihren Taupunkt abgekühlt, so bilden sich Niederschläge (Nebel, Wolken, Tau, Regen, Reif, Schnee; Rauhfrost, Glatteis u. s. w.), vorausgesetzt, dass kleinste Staubteilchen vorhanden sind, um welche sich das Wasser kondensieren kann. Dass die Nebelbildung von dem Vorhandensein von Staub abhängig ist, davon kann man sich durch einen einfachen, von Atkin angegebenen Versuch leicht überzeugen. Man füllt eine Flasche, welche mit einem doppelt durchbohrten und mit zwei Glasröhren armierten Stopfen versehen ist, vollständig mit Wasser, so dass alle Luft vertrieben wird. Das Wasser wird dann durch die eine der Röhren entleert, während die Luft durch die zweite Röhre nachströmt. Ist das Wasser fast ganz abgelaufen, so verschliesst man den Wasserabfluss und saugt aus der Flasche etwas von der mit Wasser gesättigten Luft ab. Die Luft wird dann in der Flasche verdünnt, kann als solche weniger Wasser aufnehmen, das Wasser kondensiert sich als „Nebel“ auf den mit der eingeströmten Luft eingebrachten Staubteilchen. Führt man jedoch dasselbe Experiment nur mit der Modifikation aus, dass man die Luft durch ein in der Glasröhre angebrachtes Wattefilter passieren lässt, so dass sie also staubfrei in die Flasche eintritt, so tritt bei nachherigem Ansaugen und Verdünnen eine sichtbare Kondensation nicht mehr ein, es wird kein Nebel beobachtet.

Die Nebelbildung ist also eine Folge des in der Luft vorhandenen Staubs, weshalb auch in den Städten, in welchen viel staubförmige Verunreinigungen (Russ u. s. w.) der Luft mitgeteilt werden, am meisten Nebel auftreten.

Die in höheren Luftschichten entstehenden Wasserkondensationen heissen Wolken, sie werden gebildet, wenn feuchte Luftströmungen in kältere Regionen gelangen.

Die Bewölkung wird von einem freiliegenden Beobachtungspunkte nach Zehnteln des sichtbaren Himmelsgewölbes geschätzt.

Nehmen die Kondensationen von Wasser, welche zunächst Nebel und Wolken bilden, zu, werden die kondensierten Wassertröpfchen immer grösser, so können sie in der Atmosphäre nicht mehr schwebend erhalten werden, sie fallen als Regen nieder. Erfolgt die Kondensation in einer Temperatur, welche unter dem Gefrierpunkt liegt, so entstehen Schnee, Graupeln oder Hagel.

Zur Bestimmung der Niederschlagmengen dienen die Ombrometer oder Regenmesser (Fig. 47), Apparate mit einer oberen runden Oeffnung und genau bekanntem Querschnitt, durch welche die Niederschläge einfallen und in ein durch Bajonettverschluss angefügtes Blechgefäss laufen. Aus diesem werden sie in ein Messgefäss übergegossen, welches so graduiert ist, dass man ohne weiteres die Niederschlagsmenge in Zehntelmillimeter (gleich Zehntel Liter pro qm Fläche) ablesen kann.

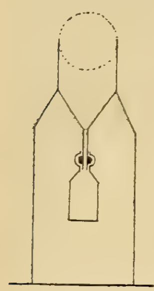


Fig. 47.
Regenmesser oder Ombrometer.

Ist Schnee eingefallen, so wird derselbe durch Einstellen des Ombrometers in ein erwärmtes Zimmer aufgetaut.

Addiert man die während eines Jahres gefallenen in mm Höhe ausgedrückten Niederschläge zusammen, so erhält man die jährliche Niederschlagsmenge, gewöhnlich kurz Regenmenge genannt, die an verschiedenen Orten sehr ungleich ist. Deutschland hat durchschnittlich 710 mm Regenhöhe, das norddeutsche Tiefland 613 mm, die mitteldeutschen Berglandschaften 690, das süddeutsche Bergland 825. Beträchtlich höher noch ist die Regenhöhe in Gebirgen, wo sie (Schottland) über 4000 mm erreichen kann. Zur weiteren Charakteristik der Regenverhältnisse gehört dann noch die Feststellung der Regenhäufigkeit, welche anzugeben hat, an wie viel Tagen des Jahres Niederschläge gefallen sind.

Die Niederschläge äussern ihren Einfluss auf die Gesundheit vorzüglich in zweierlei Weise. Einmal geben sie durch

die Entwärmung des Körpers, welche eine Folge durchnässter Kleidung und feuchten Schuhwerks ist, zu Erkältungskrankheiten Anlass, andrerseits entfalten sie eine sehr nützliche Thätigkeit, indem sie die Atmosphäre von den in ihr suspendierten Bestandteilen, Staub u. s. w. befreien und somit für deren häufige Reinigung sorgen. Sie sollen auch auf Epidemien einen Einfluss haben und diese unter bestimmten Umständen gänzlich unterdrücken können. So ist nachgewiesen, dass im endemischen Gebiet der Cholera in Indien mit dem Auftreten der Regenwinde (Monsums) die Krankheit verschwindet, um dann am Ende der Regenzeit wieder zum Ausbruch zu kommen. Wenn an anderen Orten eintretende Regengüsse dem Auftreten der Cholera günstig sind, so erklärt sich dies nach Pettenkofer aus der Stärke des Regens und den Bodenverhältnissen. Schwache Niederschläge, welche den Boden soweit durchfeuchten, dass er für die vermutete Entwickelung des Cholerakeims im Boden günstige Bedingungen gewährt, lassen die Epidemien stärker werden, während heftige Regengüsse mit übermässiger Durchfeuchtung des Bodens das weitere Wachstum der Infektionserreger aufheben. (S. hierüber auch unter Boden.)

Aehnliches wird auch bei der Malaria beobachtet, die sehr heftig auftritt, wenn auf eine trockene Zeit Regen folgt, aber verschwindet, wenn die Niederschläge andauernd werden.

Staubgehalt der Luft.

Die Atmosphäre ist nie frei von Staub. Dieser findet sich in verschiedener Form vor und ist je nach der Art und seiner Abstammung von ungleicher Bedeutung für die Gesundheit des Menschen.

Nach Naegeli gibt es dreierlei Staubarten in der Luft:

1. Sichtbare (gröbere) Stäubchen, die mit blossem Auge erkennbar sind;

2. Sonnenstäubchen, welche sichtbar werden, wenn man Luft durch einen isolierten Sonnenstrahl beleuchten lässt;

3. Unsichtbare Stäubchen, für das Auge in keiner Weise zu erkennen (Mikroorganismen, Rauchbestandteile).

Staub entsteht aus verschiedenen Ursachen. In erster Linie durch Verwitterung der an der Erdoberfläche befindlichen Gesteine, die eine Folge der Einwirkung des Wassers, verschiedener Temperaturen und der Thätigkeit der Erdbewohner ist.

Ein viel lästigerer und schädlicherer Staub ist in dem durch die Verbrennung der Heiz- und Beleuchtungskörper entstehenden Rauch enthalten. Dieser bildet sich nur bei unvollständiger Verbrennung und besteht aus sichtbaren Kohlenpartikelchen und Ascheteilchen und unsichtbaren Destillations-Produkten (Kohlenwasserstoffen u. s. w.), während bei einer vollkommenen Verbrennung nur Kohlensäure und Wasserdampf in die Luft übergehen, im Heizkörper die Asche zurückbleiben würde. Es wäre von grosser Bedeutung, wenn die enorme Schädigung und Belästigung aller bewohnten Orte, besonders aber mit Fabrikbetrieb, durch den Rauch abnehmen würde. Es ist auch eine Besserung dieser Verhältnisse zu erhoffen, da nicht nur die Hygiene, sondern auch die Industrie denselben ein grosses Interesse entgegenbringt. Die Industrie strebt immer mehr nach Feuerungsanlagen, welche bei einer vollständigen Verbrennung des eingebrachten Heizmaterials auch dessen beste Ausnützung ermöglichen und arbeitet so gleichzeitig für die Gesundheit des Menschen. Um eine möglichst rauchfreie Verbrennung zu erzielen, muss für eine richtige Konstruktion der Feuerungsanlage, vor allem für eine genügende Rostfläche, ausreichende Luftzufuhr und endlich sachverständige Bedienung gesorgt werden. Ein nicht genügend geschulter und unaufmerksamer Heizer wird auch bei einer guten Anlage eine möglichst rauchfreie und dabei ökonomische Heizung nicht erzielen.

Sehr wichtig bei der Anlage von Heizungen ist die Herstellung hoher Kamine. Je höher der Kamin, desto besser die Verteilung der Rauchgase in der Atmosphäre und desto geringer die Verunreinigung der tieferen, der Atmung dienenden Luftschichten.

Erwähnt sei noch, dass zur Vermeidung des Rauches sogenannte Rauchverbrennungsanlagen in Ver-

wendung sind, welche den in den gewöhnlichen Feuerungen gebildeten und sonst sofort abgeführten Rauch einer höheren Hitze aussetzen (durch Zuführung von Luft und Ueberleitung der Heizgase über stark erhitzte Chamottesteine u. s. w.) und damit eine nahezu vollständige Verbrennung erzielen.

Unter den Brennmaterialien erzeugen hartes Holz, Anthracitkohlen, Briquettes, Presstorf, Leucht- und Wassergas wenig, Braunkohle und manche Steinkohlenarten viel Rauch.

Eine Luftverschlechterung durch ungenügende Verbrennung bildet auch der sogenannte Moorrauch, welcher dadurch entsteht, dass sich die Bewohner der Hochmoore (in Ostfriesland und Holland) durch Verbrennen des Torfes einen Boden zur Anbauung von Getreide schaffen. Die Verbrennung des Torfes ist hierbei eine sehr unvollständige und erfüllt die Luft mit einem dichten lästigen Rauch, welcher bei starken Winden weit fortgetrieben, selbst bis ins südliche Deutschland vordringen kann.

Quantitative Angaben über den in der Luft vorhandenen Staub liegen bisher nur wenige vor. Pariser Untersuchungen von Miquel haben gezeigt, dass der Staubgehalt der Luft bei trockenem Wetter bedeutend höher ist als nach gefallenem Regen und damit auch den günstigen Einfluss des Regens auf den Reinheitszustand der Atmosphäre erwiesen. Bei trockenem Wetter waren im Kubikmeter 23 mg, nach dem Regen nur 6 mg. Die Luft im Freien auf dem Lande enthielt bei trockenem Wetter 3—4.5 mg, bei Regen 0.25 mg. Zu ähnlichen Resultaten ist auch Fodor gekommen, welcher in Budapest in der Luft im Freien in der trockenen Jahreszeit (Sommer und Herbst) durchschnittlich mehr Staub fand, als im feuchten Frühling und im Winter.

Was die Luft in geschlossenen Räumen anlangt, so ist dort der Staubgehalt von der Beschäftigung und Reinlichkeit der Bewohner abhängig; bei gewissen Gewerben kann der Staubgehalt ein sehr hoher werden, wie die folgenden Zahlen nach Versuchen von Hesse zeigen:

Staubgehalt der Luft.

	mg pro cubm.
Filzschuhfabrik (Fachraum) durchschnittlich	140.5
Kunstmühle (neues System)	4.4
Mahlmühle (altes System)	47.4
Bildhauerwerkstätte	8.7
Mechanische Weberei	3.0
Papierfabrik (Hadernsaal) durchschnittlich	17.2
Hutfabrik	6.4
Eisenwerk (Putzraum) durchschnittlich	25.8
Kohlengrube	14.3
Erzgrube	14.5
Wohnhaus (Studierzimmer)	0.0
Wohnhaus (Wohn- und Kinderzimmer)	1.6

Der im Freien gesammelte Staub besteht zum grösseren Teil aus anorganischen Bestandteilen (Asche) und nur zum kleineren aus organischen. Zu den letzteren gehört der von höheren Pflanzen herrührende Blütenstaub (Pollenkörnern der Phanerogamen), welcher für die Hygiene ohne besondere Bedeutung ist.

Viel wichtiger ist für die Hygiene der Gehalt der atmosphärischen Luft an niederen Pflanzen, besonders Bakterien und deren Sporen.

Dass sie deren immer enthält, beweisen die allerwärts bei Zutritt von Luft beginnenden Zersetzungen und Gährungen in organischen Substanzen. Die Mikroorganismen können von trockenen Flächen, auf welchen sie sich niedergelassen oder entwickelt haben, durch Luftströme in die Luft übergeführt werden, aber niemals von der Oberfläche von Flüssigkeiten in dieselbe übertreten. Nur beim Verspritzen von Flüssigkeiten können mit den Wassertropfen Bakterien in die Luft gelangen, werden aber bald wieder mit dem Wassertropfen niederfallen.

Der Gehalt der Atmosphäre an Mikroorganismen ist sehr verschieden. Im Freien befinden sich relativ wenig, 100 bis 1000 im Kubikmeter, unter welchen die Schimmelpilze die Bakterien an Zahl bedeutend übertreffen.

Ist die Luft trocken und stark bewegt, und hat sie Gelegenheit über leicht verstäubende, bakterienhaltige Flächen hinwegzustreichen, so steigt ihr Bakteriengehalt, während er unter günstigen Verhältnissen auf 0 herabsinken kann, da die Mikroorganismen oder richtiger die Stäubchen, an welchen sie hängen, schwerer sind wie die Luft und deswegen zu Boden sinken. In geschlossenen Räumen mit unbewegter Luft erfolgt das Niedersinken ziemlich schnell, langsamer im Freien. Man findet daher die Luft über Meeren erst in weiter Entfernung vom Lande bakterienfrei.

Ueber die Rolle, welche die Luft bei der Verbreitung von Infektionskrankheiten spielt, wird bei Besprechung derselben Näheres angegeben werden.

Die bakteriologische Untersuchung der Luft wird nach den Methoden von Hesse oder Petri ausgeführt (s. Fig. 48 und 49).

Zur Hesseschen Methode werden 70 cm lange und 3—4 cm weite Glasröhren B benützt, welche an einem Ende a mit zwei Gummikappen a^1 und a^2 verschlossen sind, deren innere ein rundes centrales Loch hat, während in dem andern Ende der Röhre ein Gummistopfen b sich befindet, in dessen Bohrung ein an beiden Enden mit Wattestopfen versehenes Glasrohr steckt. Die Röhren werden sterilisiert, mit 50 ccm sterilisierter Gelatine gefüllt, welche man bei horizontaler Lage des Rohres erstarren lässt. Bei Ausführung des Versuchs wird die äussere Gummikappe a^1 entfernt und an der kleinen Glasröhre des entgegengesetzten Endes ein Aspirator (A und A_1) angebracht, welcher bestimmte abzumessende Luftmengen langsam über die Gelatineschicht hinwegsaugt. Es fallen hierbei die in der Luft vorhandenen Keime auf die Gelatine, wo sie sich zu Kolonien entwickeln. Zur Entscheidung, ob alle

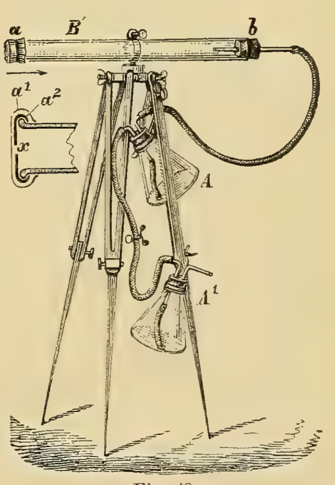


Fig. 48.
Apparat zur Luftuntersuchung nach Hesse.

in der Luft suspendiert gewesenen Mikroorganismen sich auch wirklich auf der Gelatine abgesetzt haben, wird der innere, in dem kleinen Glasrohr befindliche Wattestopfen in Gelatine verteilt, welche dann steril bleiben muss.

Das Experimentieren mit den 70 cm langen Röhren hat Nachteile, welche bei der Petrischen Methode umgangen werden. Petri benützt zum Auffangen der Bakterien ausgeglühten, feinen Sand. Derselbe wird, wie in Fig. 49 ersichtlich, in einer kleinen Glasröhre in zwei Schichten, zwischen je zwei kleine Drahtnetze eingefüllt, worauf dann die Luft durchgesaugt wird. Die erste Sandschicht soll alle Keime zurückhalten, die zweite dient nur zur Kontrolle. Nachdem die Luft durchgesaugt ist, werden die beiden Sandpartien getrennt in Gelatineröhrchen gebracht; die Gelatine wird auf der Platte oder in einer Petrischen Schale ausgegossen. Der Beweis, dass alle Keime in der ersten Sandschicht zurückgehalten werden, ist dann dadurch gegeben, dass die mit der zweiten Sandschicht vermischte Gelatine steril bleibt.

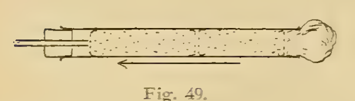


Fig. 49.
Röhre zur Luftuntersuchung nach Petri.

Witterung und Klima.

Die verschiedenen, unter dem direkten oder indirekten Einfluss der Sonne in der Atmosphäre sich abspielenden Vorgänge, welche als Schwankungen der Temperatur, des Feuchtigkeitsgehalts der Luft (Niederschläge), des Luftdrucks und endlich als Luftbewegung bezeichnet werden, bedingen die Witterung und das Klima eines Ortes oder einer Gegend. Witterung ist der jeweilige Zustand der Atmosphäre; je nach dem für unsere Sinne besonders auffällig hervortretenden meteorologischen Element nennen wir das Wetter warm, kalt, windig, trocken, nass.

Die Veränderung der Witterung ist zunächst vom Luftdruck abhängig. Da die Luft von Gegenden hohen Luftdrucks nach solchen niederen Druckes sich bewegt, so bedingen mehr oder minder erhebliche Differenzen im Luftdruck stärkere oder schwächere Winde. Liegen die Isobaren, die Linien, welche Orte gleichen Luftdruckes mit einander verbinden, sehr nahe zusammen, so wird ein schnelles Abfliessen von den Gegenden höheren Drucks — Maximalgebiet, Anticyklone — nach dem Minimalgebiet, Cyklone, Depression in Gestalt eines heftigen Windes auftreten. In den Maximalgebieten ist die Witterung beständig und trocken, in den Minimalgebieten trübe und unbeständig. Die Minimalgebiete bewegen sich stets, während die Maximalgebiete konstanter sind.

Auf die europäische Witterung haben die über dem atlantischen Ozean entstehenden Depressionen Einfluss, welche von dort aus in östlicher oder nordöstlicher Richtung weiter-

ziehen. Infolge dessen ist auf dem Kontinent und besonders in Deutschland die westliche und südwestliche die vorherrschende Windrichtung. Die Winde bringen die Ozeanluft mit sich, kühlen im Sommer ab und erwärmen im Winter; sie verursachen zumeist Niederschläge. Winde, die von Osten kommen, also über weite Länderstrecken, bringen wasserarme Luft mit sich; das Wetter bleibt dann schön.

Zur Witterungsprognose genügt jedoch die Berücksichtigung der Isobaren allein nicht, da auch örtliche Verhältnisse in Betracht kommen.

Die durch die geographische Lage und lokale Verhältnisse verursachten, alljährlich sich abspielenden Witterungsprozesse bedingen das Klima eines Ortes. Das Klima*) ist die Gesamtheit der meteorologischen Erscheinungen, welche den mittleren Zustand der Atmosphäre an irgend einer Stelle der Erdoberfläche charakterisieren. Witterung ist nur eine Phase aus der Aufeinanderfolge der Erscheinungen, deren Jahr für Jahr mehr oder minder gleichartiger Verlauf das Klima eines Ortes bildet. (Hann.) Zu seiner Feststellung ist zunächst eine Jahre oder Jahrzehnte lang andauernde Beobachtung der meteorologischen Elemente notwendig.

Aus den täglichen Beobachtungen, die, nach allgemeinen Uebereinkommen ausgeführt, zur Aufzeichnung gelangen, werden dann die schon erwähnten meteorologischen monatlichen und jährlichen Zusammenstellungen gemacht, welche als Grundlage für die klimatische Beurteilung eines Ortes dienen. Die Hauptrolle spielt hierbei die Temperatur, sie ist für das Klima eines Ortes entscheidend. Es ist leicht erklärlich, dass die nach den herrschenden Temperaturen vorgenommene Einteilung in ein Tropen-, gemässigtes- und Polarklima, mit der geographischen in Zonen ziemlich übereinstimmt, da ja die Temperaturverhältnisse eines Ortes in erster Linie von dessen Lage abhängig sind.

Im Tropenklima herrscht die höchste mittlere Jahrestemperatur, die Jahresmittel liegen zwischen 20° und 30°. Dabei ist die jährliche Amplitude der Temperatur sehr gering,

*) Nach Rubner sind unter Klima alle durch die Lage eines Ortes bedingten Einflüsse auf die Gesundheit zu verstehen.

am Aequator 1—5°, nach den Wendekreisen zu ungefähr 15°. Eine Einteilung in verschiedene Jahreszeiten nach der Temperatur ist natürlich bei den geringen Schwankungen derselben nicht möglich. Man unterscheidet nur Regenzeiten von regenlosen. Am Aequator herrschen zwei auf den Sommer fallende Regenzeiten und zwei regenlose; in der Nähe der Wendekreise rücken die beiden Regenzeiten zu einer zusammen, so dass dann auch nur *eine* regenfreie Zeit vorhanden ist. Ueber die herrschenden Winde ist pag. 99 schon das Wichtigste angegeben worden.

Die Gefahren für die Gesundheit sind in den Tropen vielfache und bedingen die dort herrschende hohe Mortalität, wie sie aus den Berichten über die dort stationierten europäischen Truppen hervorgeht. Die hohen Temperaturen veranlassen zunächst zahlreiche Todesfälle an *Sonnenstich* und *Hitzschlag*. Sie erzeugen fernerhin heftige *Epidemieen infektiöser Krankheiten*: *Beri-Beri*, *Malaria* (dreissig bis achtzig Prozent aller Erkrankungen), *Ruhr* und schwere Darmkatarrhe (nach der Malaria die häufigsten Krankheiten), *Cholera asiatica* und *Cholera infantum*. Auch die in unsern Klimaten auftretenden Krankheiten, Lungentuberkulose und Pneumonie, kommen nicht selten vor. Als sehr häufige Erkrankungen sind schliesslich noch schwere, tödlich verlaufende und leichtere *Leberentzündungen* zu nennen.

Das *Klima der gemässigten Zone* zeigt einen sehr verschiedenen Charakter. Die mittleren Jahrestemperaturen liegen zwischen —15° und +25°. Die Temperaturen der einzelnen Monate, die Minima und Maxima weisen die grössten überhaupt auf der Erdoberfläche zu beobachtenden Schwankungen auf. Im südlichen Teil der Zone prägt sich eine wärmere und eine kältere Jahreszeit aus, während mehr nördlich vier Jahreszeiten: Frühling, Sommer, Herbst und Winter zu unterscheiden sind. Im nördlichsten Teil ist das Jahr wiederum nur in zwei Jahreszeiten, Sommer und Winter, zu teilen. Die Wind-, Niederschlags-, überhaupt die ganzen Witterungsverhältnisse sind weniger scharf ausgeprägt und viel mehr veränderlich, als in den Tropen.

Die Gesamtmortalität verläuft in den verschiedenen Ländern der gemässigten Zone nicht gleichmässig während des Jahres, wie das bei den ungleichen klimatischen uud Witterungsverhältnissen erklärlich ist.

Für München ergab sich z. B. folgende mittlere monatliche Sterblichkeit (1851—85):

Monat	Todesfälle	Monat	Todesfälle
Januar	507	Juli	470
Februar	500	August	530
März	559	September	464
April	541	Oktober	436
Mai	542	November	429
Juni	480	Dezember	474

Es sind somit, wie überhaupt in Deutschland, zwei Maxima (Frühjahr und Spätsommer) und zwei Minima (Sommer und Herbst inkl. Winter) zu beobachten.

Die Zahlen geben ein ganz anderes Bild, wenn man die Mortalität der verschiedenen Altersklassen getrennt zusammenstellt. Bei den Kindern im ersten Lebensjahre fällt dann das Maximum auf die heissen Sommermonate (s. auch Cholera infantum), während die grösste Sterblichkeit der Erwachsenen, besonders der Greise, auf den Winter fällt.

Das Polarklima (Kl. der arktischen Zone) hat eine mittlere Jahrestemperatur von höchstens +2°. Eine nähere Erörterung dieses Klimas, in dessen Bereich sich nur spärlich bewohnte Gegenden finden, gehört nicht in den Rahmen dieses Buches.

Abgesehen von der Teilung und Benennung der Klimate nach ihrer geographischen Lage und den herrschenden Temperaturen spricht man nach der Beziehung des betreffenden Ortes oder Landes zu den grossen Kontinenten und Meeren von einem Land- oder kontinentalen und einem See- oder Küstenklima.

In dem letzteren ist zunächst die Temperatur eine gleich-

mässigere; es sind dort kühlere Sommer und wärmere Winter, als im Landklima; auch die Tages- und Nachtschwankungen sind viel geringer. Die Feuchtigkeit der Luft ist im Küstenklima viel höher, als im Landklima.

Eine Folge der starken Erwärmung grosser Ländergebiete ist die Bildung barometrischer Minima über denselben; während des Sommers strömt die Luft vom Meere nach den Küsten zu; im Winter, bei starker Abkühlung der grossen Kontinente, bilden sich über diesen barometrische Maxima; die Luftbewegung wird dann eine umgekehrte, vom Lande nach dem Meer zu gerichtete.

Im Gang der Mortalität unterscheiden sich Land- und Küstenklima besonders durch ein weniger auffallendes Hervortreten der Kindersterblichkeit in den Sommermonaten im Küstengebiet, das in den niederen während des Sommer herrschenden Temperaturen eine genügende Erklärung findet. Bedeutend seltener tritt im Küstenklima fernerhin die Phthise auf, welche im Landklima die vorherrschendste aller Krankheiten ist.

Dass das Seeklima überhaupt günstigere Verhältnisse für die Gesundeit bietet, liegt ausser in den weniger erheblichen Schwankungen der meteorologischen Vorgänge, auch in der Anregung, welche die immer bewegte Luft auf das Hautorgan ausübt, wodurch auch die Cirkulations- und Verdauungsorgane in wohlthätiger Weise beeinflusst werden.

Endlich unterscheidet man noch nach der Höhenlage der betreffenden Gegend Höhenklima und Thalklima. Im Höhenklima ist der Luftdruck ein bedeutend niedrigerer, die Sonnenstrahlen sind intensiver, weil die Strahlen kürzere Atmosphärenstrecken zu passieren haben, welche weniger Licht von ihnen absorbieren. Auf die Temperaturverhältnisse ist ferner die Form der Berge von Einfluss. Ebene Hochplateaus empfangen mehr Wärme, als steile Berge, auf welche die Sonnenstrahlen nicht senkrecht auffallen. Die Temperatur der ersteren ist deshalb bedeutend höher.

Auch die Feuchtigkeit ist auf Bergen eine andere als in der Ebene; die absolute Feuchtigkeit nimmt mit der zunehmenden Höhe eines Ortes ab. Die Niederschläge

sind in Gebirgen relativ häufig, weil die aus den wärmeren Thälern oder aus entfernteren Gegenden kommenden Luftströme meist eine höhere Temperatur haben und bei ihrer Abkühlung in den kälteren Gebirgsregionen Niederschläge entstehen lassen.

Der Aufenthalt auf Bergen ist ein gesünderer als der in der Ebene. Die einzelnen meteorologischen Faktoren, namentlich der verminderte Druck, dann aber auch die gleichmässigere, niedrigere Temperatur und die starke Bewegung der Luft führen zu einer vermehrten Herz- und Lungenthätigkeit, zu einer Anregung und damit schliesslich zu einer Erhöhung des gesamten Stoffwechsels.

Ort	Seehöhe	Luftdruck	Sauerstoffdruck
Meeresküste	0 m	760 mm	159,60 mm
Basel	279 m	734 mm	154.14 mm
Graz	371 m	726 mm	152.26 mm
Axenstein	750 m	692 mm	145.32 mm
Arosa	1892 m	599 mm	125.79 mm
Wohnsitze thibetan. Hirten im Himalaja	5030 m	405 mm	85.05 mm

Untersuchungen neuerer Zeit haben ergeben, dass entsprechend dem niedrigeren Partialdruck des Sauerstoffes in höher gelegenen Orten, wie er aus obenstehender Tabelle hervorgeht, die Beschaffenheit des Blutes geändert wird, indem die Anzahl der roten Blutkörperchen und damit der Hämoglobingehalt des Blutes zunimmt. Diese Regeneration des Blutes, welche in Höhenklimaten sicher nachgewiesen ist, gestattet dem Organismus auch unter den neuen veränderten Bedingungen (geringerer Sauerstoffdruck der Luft) ohne besondere Anstrengungen des Atemapparats zu bestehen und es ist sehr wahrscheinlich, dass diese durch den Aufenthalt im Höhenklima hervorgerufene Regeneration („Mauserung“ des Blutes) einer der wichtigsten Heilfaktoren dieses Klimas ist.

Es ist von Interesse, dass eine ähnliche Einwirkung auf den Organismus wie beim Höhenklima auch beim Seeklima vorhanden ist und dass auch hier eine Zunahme der roten Blutkörperchen im Blut beobachtet werden konnte. Tritt beim Atmen in verdünnter Luft (Höhenklima) der Fall ein, dass das

Hämoglobin der Blutkörperchen des Lungenblutes sich schwieriger mit Sauerstoff zu sättigen im stande ist, durch welche Behinderung der äusseren Atmung die Thätigkeit der hämatogenen Organe angeregt, die Blutkörperanzahl und der Hämoglobingehalt vermehrt wird, so bedingt beim Seeklima die vermehrte Reduktion des Hämoglobins des die Gewebe durchströmenden Blutes (innere Atmung), welche beim Seeklima als Folge des durch die grössere Wärmeabgabe u. s. w. gesteigerten Appetits auftreten muss, dasselbe Resultat: Anregung der Thätigkeit der hämatogenen Organe mit vermehrter Blutkörperchenbildung (Rollett).

Die Tuberkulose kommt im Höhenklima nur selten vor, der Aufenthalt in günstig gelegenen Höhenkurorten ist auch das beste Heilmittel gegen eine schon ausgebrochene tuberkulöse Erkrankung der Lungen. Auch andere infektiöse Erkrankungen werden im Höhenklima seltener beobachtet, so Cholera infantum, Cholera asiatica, Malaria, welch letztere beide von einer bestimmten Höhe ab überhaupt nicht mehr vorkommen.

Litteratur: Renk, „Die Luft“, Handbuch d. Hyg. von Pettenkofer und Ziemssen; Assmann, „Das Klima“, Handbuch d. Hyg. von Weyl; Mohn, „Grundriss der Meteorologie“; Hann, Hochstetter und Pokorny, „Allgem. Erdkunde“; Rubner, „Quelle der tier. Wärme“, Zeitschr. für Biolog. Bd. 30.

Kleidung.

Die Schwankungen der Temperatur sind in unserem Klima so hochgradige, die Einwirkung anderer Faktoren der Witterung so heftige, dass der Mensch zum Schutze gegen sie der Kleidung und der Wohnung bedarf, da die Wärmeregulierung des Organismus nicht derartig ist, dass sie für die vorkommenden Verhältnisse genügen und die Eigenwärme des Körpers zu erhalten gestatten würde.

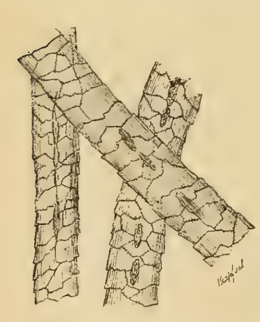


Fig. 50.
Wollfaser (nach Schlesinger).
(Vergröss. 175-fach.)

Die Kleidung wird zumeist aus gewebten Stoffen, von Fasern, welche dem Tierreich oder dem Pflanzenreich entstammen, hergestellt.

Die Wollfaser (Fig. 50), aus der Wolle des Schafes (seltener von Ziegen, Kamel, Alpacca und Vigogna) hergegestellt, besteht aus rundlichen Fasern von 12—37 resp. 80—100 μ Dicke. Die Epidermisschüppchen, welche dachziegelförmig übereinanderliegen, geben der Wollfaser ein charakteristisches Aussehen.

Die Seidenfaser (Fig 51), Coconfäden vom Seidenspinner (Bombyx Mori), hat ebenfalls einen runden Querschnitt von 8—24 μ Dicke. Unverarbeitet besteht sie aus zwei Fibrionfäden, welche in eine Hülle von Sericin eingelagert sind. Die Oberfläche des Fadens ist glatt.

Von Planzenfasern werden für die Kleidung verarbeitet besonders:

Die Baumwolle (Fig. 52), aus den Samenhaaren der Baumwollstaude hergestellt, hat gewöhnlich 15—25 μ Dicke, seltener noch stärkere Fasern mit nierenförmigem oder plattem Querschnitt. Charakteristisch für sie ist, dass sich die Fasern spiralförmig um ihre Längsachse drehen. Die Oberfläche ist nicht glatt.

Die Leinwand (Fig. 53), von Flachs oder Lein (Linum usitatissimum) besteht unverarbeitet aus vieleckigen, verarbeitet aus rundlichen Fasern von 12—26 μ Dicke. Besonders nach der Bearbeitung zeigt die Faser Quer- und Längsrisse.

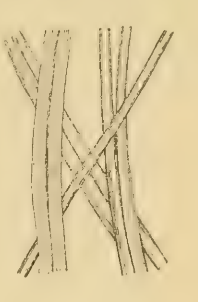


Fig. 51.
Seidenfaser
(nach Schlesinger).
(Vergröss. 175-fach.)

Die Gespinnstfasern sind einmal nach ihrem mikroskopischen Bilde, wie es in den Fig. 50, 51, 52, 53 wiedergegeben ist, dann aber auch durch ihr chemisches Verhalten gut von einander zu unterscheiden. Zur chemischen Untersuchung verwendet man kochende Kalilauge, Kupferoxydammoniak (Kupfersulfatlösung wird mit wenig Ammoniak versetzt, das ausgefällte Kupferoyxdhydrat durch Glaswolle abfiltrirt, in möglichst wenig Ammoniak gelöst), Anilinsulfat (durch Zusatz verdünnter Schwefelsäure zu einigen Tropfen Anilinöl erhalten), Molischs Reaktion (Uebergiessen der Probe mit wenig conc. Schwefelsäure und Zusatz einiger Tropfen kalt gesättigter, wässeriger Thymollösung).

Fig. 52.
Baumwolle (nach Schlesinger).
(Vergröss. 175-fach.)

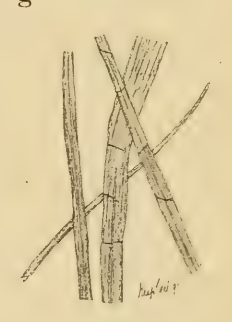


Fig. 53.
Flachs, Leinen
(nach Schlesinger).
(Vergröss. 175-fach.)

Das Verhalten der einzelnen Stoffe diesen Reagentien gegenüber ist aus der kleinen Tabelle (nach Lehmann) zu ersehen:

	Wolle	Seide	Baumwolle	Leinwand
Kochende Kalilauge	etwas schwer löslich	leicht löslich	unlöslich	unlöslich
Kupferoxyd-ammoniak	quillt langsam	unverändert	leicht löslich	Quellung ohne Lösung
Anilinsulfat	unverändert	unverändert	unverändert	unverändert oder schwach gelb
Molisch's Reaktion	fehlt	fehlt	purpurviolett	purpurviolett

Aus den eben beschriebenen Fasern werden nun Gewebe gewebt, welche dann zur Herstellung der Kleidungsstücke dienen.

Diese Gewebe sind ein viel verzweigtes Gerüst, in dessen Maschen Luft enthalten ist; sie bestehen also aus dem Rohmaterial, den Gespinnstfasern, und Luft, und wie aus der nachfolgenden Tabelle (Rubners), auf welcher das spez. Gewicht, das Volumen der festen Substanz und das Porenvolumen der wichtigsten Kleiderstoffe angegeben ist, hervorgeht, ist der bei weitem grösste Teil der Gewebe nicht Rohmaterial, sondern Luft.

Bezeichnung	Spez. Gewicht		Volumen der fest. Substanz		Porenvolumen in $^0/_{00}$	
	normal	compr.	normal	compr.	normal	compr.
Wollflanell	0.10	0.20	0.08	0.16	923	845
Baumwollflanell	0.15	0.30	0.11	0.23	888	773
Trikot (Seide)	0.22	0.29	0.17	0.22	832	777
„ (Wolle)	0.18	0.32	0.14	0.25	863	755
„ (Baumwolle)	0.20	0.34	0.15	0.26	847	736
„ (Leinen)	0.35	0.39	0.27	0.30	733	698
Glatt gewebte Baumwolle	0.62	0.62	0.48	0.48	520	520
„ „ Leinen	0.67	0.67	0.51	0.51	489	489
Leichter Sommerstoff	0.24	0.44	0.18	0.34	818	660
Mittlerer Stoff	0.30	0.36	0.23	0.18	768	722
Winterpaletot	0.15	0.21	0.11	0.16	888	843

Durch die Betrachtung mikroskopischer Schnitte der Kleidungsstoffe hat Rubner über deren Struktur weitere

Aufklärung gegeben. Die mikroskopischen Bilder zeigen, dass die Elemente der Kleidungsstoffe manchmal aus lückenlosen Fäden bestehen, in anderen Fällen aus Fäden mit ausserordentlich feinen Spalträumen, in vielen andern aus lockeren Fadenbüscheln. Aus diesem Verhalten und der ebenfalls von der Struktur der Stoffe abhängigen, mikroskopisch gut sichtbaren Oberflächenbeschaffenheit derselben lassen sich die ungleichen Eigenschaften der verschiedenen Kleidungsstoffe in Bezug auf Elastizität, Wärmeleitung u. s. w. erklären, wie dies weiter unten besprochen werden soll.

Ausser den gewebten Stoffen findet zur Bekleidung noch Verwendung:

das Leder, aus welchem die Schuhe und

Gummi, aus welchem wasserundurchlässige Mäntel u. dgl. hergestellt werden.

Die Eigenwärme des menschlichen Organismus ist eine bedeutend höhere als die Durchschnittstemperatur unseres Klimas. Zu deren Erhaltung verlaufen im Organismus fortdauernde Verbrennungsprozesse, deren Resultat das Freiwerden der notwendigen Wärme ist. Je höher nun die Wärmeabgabe nach aussen ist, um so stärker muss im Körper geheizt werden, um so grösser müssen die zugeführten Nahrungsmengen sein. Die Kleidung wird daher, wenn sie die Wärmeabgabe einzuschränken im stande ist, auch in national-ökonomischer Hinsicht von Bedeutung sein, da sie dann dem Menschen gestattet, mit einer kleineren Nahrungsmenge auszukommen.

Andererseits hat die Kleidung auch die Aufgabe, die Wärmeabgabe zu erleichtern, wenn bei starker Arbeit oder Nahrungsaufnahme- und -zersetzung viel Wärme gebildet wird und abgegeben werden muss. Es wird daher eine Kleidung nie allen Zwecken genügen, niemals für alle Verhältnisse passend sein.

Die Wärme wird, wie früher auseinandergesetzt, auf drei Wegen abgegeben, durch Strahlung, Leitung und Verdunstung. Wie diesbezügliche Versuche von Rumpel ergeben haben, wird die Ausstrahlung von der Haut aus durch das Anlegen von Kleidern verringert.

Setzt man die Ausstrahlung der blossen Haut = 100, so ist für eine mittlere Stubentemperatur von 15⁰ die Ausstrahlung bei Bekleidung mit Wollhemd = 73, bei Bekleidung mit Wollhemd und Leinenhemd = 60, bei Bekleidung mit Wollhemd. Leinenhemd und Weste = 40, bei Bekleidung mit Wollhemd. Leinenhemd, Weste und Rock = 33. Sie nimmt also mit der Anzahl der angelegten Kleidungsstücke ab. Ein vollständig angezogener Mensch verliert durch Strahlung nur den dritten Teil der Wärme, den er im nackten Zustand abgeben würde.

Die verschiedenen Stoffe verhalten sich in Bezug auf die Wärmeabgabe des Körpers nicht gleichmässig. Die Ausstrahlung selbst ist bei denselben nur wenig verschieden, viel grössere Differenzen zeigt die Abgabe durch Leitung. Man hat dieses Verhalten der Kleidung gemessen, indem man einen mit warmem Wasser gefüllten Cylinder mil den verschiedenen Stoffen umkleidete und die Abkühlung des Wassers beobachtete; hierbei fand Schuster, dass durch Leitung und Strahlung die Wärmeabgabe verschiedener Stoffe sich, wie folgt, verhält:

Stoffe	Abkühlung um ⁰C. in 40 Minuten	Hemmung der Wärmeabgabe in 40 Minuten in Procenten
Unbekleideter Cylinder	10,20	—
Leinwand, einfache Lage	9,80	3,9
Shirting, einfache Lage	9,55	6,4
Seidenstoff, einfache Lage	9,40	7,9
Flanell, einfache Lage	8,33	18,4
Leinwand, doppelte Lage	9,40	7,9
Shirting, doppelte Lage	8,93	12,5
Seidenstoff, doppelte Lage	9,08	11,0
Flanell, doppelte Lage	7,25	28,0
Kammgarnstoff (Sommerstoff	8,83	13,5
Leinwand, einfache Lage	8,37	18,0
Winterpaletotstoff	6,86	32,8
Waschleder	8,01	21,5
Jäger's Normalstoff, nicht gespannt	8,15	20,0
Hellblaues Militärtuch	8,05	21,1
Guttaperchastoff, (Regenmantel)	9,70	4,9

Die erheblichen Differenzen sind, wie eben gesagt, hauptsächlich durch die Leitung, nicht durch die Strahlung bedingt, wie auf anderem, hier nicht näher zu beschreibendem Wege gefunden wurde. Man glaubte früher, dass die verschiedene Leitungsfähigkeit nicht so sehr durch die Stoffe selbst, als durch die Dicke der angewandten Bedeckung bedingt wird, während die neueren Untersuchungen Rubners bewiesen haben, dass den Grundstoffen unserer Kleidung ein sehr ungleiches Leitungsvermögen zukommt. Setzt man das Leitungsvermögen der Luft = 1, so beträgt das der Säugetierhaare 9.0, das der Seide 16.7, das der Pflanzenfasern 16.7.

Ganz anders als die trockenen wirken die feuchten Kleidungsstoffe. Hier hat man das hygroskopisch aufgenommene und das tropfbar flüssige Wasser zu unterscheiden. Ersteres wird dem Wasserdampf der Luft entnommen, letzteres geht von der Innenseite als Schweiss, von der Aussenseite durch die atmosphärischen Niederschläge in die Kleidung über.

Je mehr Wasser ein Stoff aufnimmt, um so schwerer und lästiger wird er beim Tragen. Es steigert ferner ein feuchter Stoff die Wärmeabgabe ganz bedeutend, da er die Wärme besser leitet und weiterhin zur Verdunstung des in der Kleidung befindlichen Wassers viel Wärme verbraucht wird.

Die verschiedenen Stoffe verhalten sich nun auch in feuchtem Zustande verschieden. Am angenehmsten wird der Stoff für den Körper sein, welcher das Wasser nur schwer aufnimmt und weiterhin nur langsam abgibt, ferner bei der Durchfeuchtung seine Elastizität nur wenig verliert, so dass der nasse Stoff am Körper nicht ganz anliegt.

Die Menge des hygroskopisch aufgenommenen Wassers ist von der Natur der Grundelemente des Gewebes abhängig, tierische Fasern nehmen mehr auf als pflanzliche. Die Menge des tropfbar flüssigen Wassers, welche von der Kleidung aufgenommen wird, ist mehr vom Gewebe als von der Faser abhängig, und zwar halten grossmaschige Stoffe mehr zurück, als mit engen Zwischenräumen gewebte.

Zur Verhinderung der Durchfeuchtung der Kleidung von aussen werden manche zu Ueberröcken zu verwendende Stoffe

imprägniert, d. h. derartig präpariert, dass sie zwar für die Luft durchgängig bleiben, aber Wasser nicht aufnehmen, sondern es an der Oberfläche abfliessen lassen. Das Tragen derartiger Stoffe ist bei längerem Aufenthalt in feuchter Temperatur viel angenehmer, als das von sogenannten Gummimänteln, welche, für Luft vollständig undurchlässig, auf den Körper einen unangenehmen Einfluss ausüben. Wird nämlich die Durchlässigkeit der Kleidung für Luft behindert, so leidet die Wärmeabgabe durch Verdunstung, der Körper fühlt sich dann unbehaglich. Die Kleidung soll deshalb für Luft durchgängig sein, sie soll luftig und dennoch warm sein.

Bei den durch das Atmen und andere Bewegungen des Körpers zwischen der Luftschicht auf der Körperoberfläche und der Atmosphäre entstehenden geringen Druckdifferenzen, welche von Nocht auf 0.04 Wasserdruck geschätzt werden, fand dieser folgendes Durchlässigkeitsverhältnis:

Flanell	100
halbwollener Flanell	141
alter Flanell	128
Jägers Wollstoff	150
Barchent	25
alter Barchent	38
Leinwand	16
Lahmanns Stoff	242

Bei Durchnässung der Stoffe bleiben nur Jägerwolle und Lahmanns Stoff für Luft durchgängig.

Wendet man das bisher im allgemeinen über die Kleidung Gesagte auf die einzelnen Stoffe an, so findet man, dass Wolle den hygienischen Anforderungen am besten entspricht, besonders wenn die Stoffe richtig hergestellt, d. h. nicht zu dicht gewebt sind, wie dies bei der Jägerschen Normalwäsche der Fall ist. Die Jägerwäsche selbst nimmt den Schweiss nur wenig auf, leitet ihn aber gut nach aussen ab und bleibt auch in feuchtem Zustande ziemlich elastisch, legt sich daher der Oberfläche des Körpers nicht vollständig an. Die Temperaturabgabe durch Leitung wird daher nie so hochgradig werden, auch deshalb nicht, weil die Wolle das aufgenommene Wasser nur langsam verdunsten lässt.

Viele Klagen über die Wollkleidung sind darin begründet, dass die Wolle bei falscher Behandlung (Waschen mit heissem Wasser) einläuft, verfilzt und damit die oben genannten Vorzüge verloren gehen. Auch erzeugt Wollwäsche bei manchen Personen mit empfindlicher Haut ein lästiges Jucken. Ein nicht unerheblicher Nachteil der Wollwäsche endlich ist ihr hoher Preis und ihre relativ schnelle Abnutzung.

Am nächsten in ihrer Wirkung steht der Wollwäsche der Lahmannsche Baumwollstoff, während die dichteren Gewebe aus Baumwolle und Leinen weniger vorteilhaft sind.

Leinen verliert, wenn es feucht geworden ist, seine Elastizität gänzlich und schmiegt sich dann der Haut an. Die Wärmeabgabe durch Leitung und Verdunstung wird eine sehr hohe, weil auch die leinenen Stoffe von allen Stoffen das Wasser am wenigsten fest zurückhalten und bei der raschen Verdunstung ein unbehagliches Kältegefühl entstehen lassen.

In all' den Fällen, wo die Kleidung Schutz gegen Wärmestrahlen zu gewähren hat, muss sie eine Farbe besitzen, welche die Wärmestrahlen nicht absorbiert, sondern möglichst reflektiert. Wie verschieden diese Absorption ist, zeigen folgende Zahlen nach Untersuchungen von Krieger.

Die Absorption durch weissen Hemdenshirting = 100 gesetzt, ist bei

blassschwefelgelbem . .	102
dunkelgelbem	140
hellgrünem	155
dunkelgrünem	169
türkischrotem	165
hellblauem	198
schwarzem	208

Der Stoff selbst kommt bei der Absorption fast gar nicht in Betracht.

Ausser der wärmeregulierenden Thätigkeit kommt der Kleidung noch eine sehr wichtige Funktion zu, nämlich die Reinhaltung der Haut.

Von den Schweiss- und Talgdrüsen der Haut werden Sekrete ausgeschieden, welche mit den oberflächlichen von der

Haut abgestossenen Epidermisschüppchen zusammen den Schweiss bilden, der sich, wenn er nicht rechtzeitig entfernt wird, zersetzt und dabei übelriechende Zersetzungsprodukte bildet.

Der Schweiss wird nun von den der Haut anliegenden Unterkleidern aufgenommen und mit deren Wechsel entfernt. Ein häufiger Wechsel der Unterkleidung führt immer wieder von neuem die aufgenommenen Schweissbestandteile fort; man kann ihn daher in gewisser Beziehung mit einer häufigen Reinigung der Haut vergleichen.

Wie Untersuchungen von Cramer gezeigt haben, ist die Fähigkeit der verschiedenen Gewebe, Schweiss aufzunehmen, nicht durchweg gleich. Ceteris paribus verhalten sich Baumwolle und Leinen gleich; diese nehmen aber mehr Schweissbestandteile auf als

Jäger'sche Wolle . .	31.2%
Gewirkte Wolle . .	31.8%
Gestrickte Wolle . .	27.7%
Seide	10.2%
Reformbaumwolle .	16.2%

Wolle bietet den grossen Vorzug, dass sie am besten die Schweissbestandteile von der Haut nach aussen führt und damit die Haut trocken und sauber erhält. Daher kommt das angenehme und behagliche Gefühl, welches das Tragen von wollenen Unterkleidern bei starker körperlicher Anstrengung bietet.

Dass von den verschiedenen Körperteilen ungleiche Schweissmengen abgesondert werden, ist leicht zu beobachten; diesbezügliche Versuche von Cramer ergaben

Relative Verunreinigung pro 1 g Kleidung

	Gewicht g	Verunreinigung pro 1 g	Relative Zahlen
Baumwollsocken	40	1.0	100
Baumwollhemd	387	0.26	26
„ „ (andere Versuchsperson) .	334	0.30	30
Baumwoll-Unterhose . . .	392	0.12	12

Man müsste nach diesen Versuchen, wenn man es zu gleicher Verschmutzung der Unterkleider kommen lassen wollte, die Unterhose 8, das Hemd 4, die Socken nur 1 Tag tragen.

Eine Schädigung des Körpers wird häufig durch die Form der Kleidung bedingt. Während vom hygienischen Standpunkte zu verlangen ist, dass der Schnitt der Kleidung nur Rücksicht auf die Beschaffenheit des Körpers und die freie Beweglichkeit aller seiner Teile nimmt, wird diese Forderung der herrschenden Mode zu Liebe nicht selten ausser Acht gelassen. Enge Kragen, welche die den Kopf versorgenden Blutgefässe komprimieren, fest sitzende Strumpfbänder, die Korsets der Frauen und die Leibriemen der Männer sind als nachteilig zu bezeichnen.

Den schlimmsten Einfluss in dieser Hinsicht übt ein schlecht sitzendes Schuhwerk aus, indem es zu einer Verkrüppelung des Fusses, Nagelkrankheiten und schwieliger Verdickung der Haut führen kann. Das Schuhwerk muss deshalb genau nach der Form des Fusses gebildet werden und die natürliche Bewegung des Fusses gestatten. Dies ist der Fall, wenn (nach v. Meyer) die Sohle (s. Fig. 54) so geschnitten ist, dass eine Linie, welche durch die Mitte der grossen Zehe, dieser parallel läuft, die Mitte des Hackens trifft. Auch das Oberleder muss im Verlauf dieser Linie am höchsten gearbeitet sein. Der vordere Teil des Schuhes muss sich nach der Form der Zehen richten und darf diese nicht zusammenpressen.

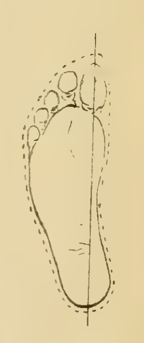


Fig. 54.
Sohlenform nach v. Meyer.

Da sich das Fussgewölbe beim Gehen senkt und der Fuss deshalb länger wird, muss bei Anfertigung von Schuhen am belasteten Fuss (also beim Stehen) Maass genommen werden.

Endlich muss das Schuhwerk auch dem Fuss gestatten, die gebildete Wärme abzugeben; es sind daher besonders von Personen, deren Fusshaut stark schwitzt, leichte Schnürschuhe den fest sitzenden, die Zufuhr von Luft völlig abschneidenden Stiefeln vorzuziehen.

Kleidungsstücke können dem Träger Schäden verursachen, wenn sie mit Farben gefärbt sind, welche Lokal- (Hautent-

zündungen) oder Allgemeinerkrankungen (Vergiftungen) hervorzubringen im stande sind. Solche Fälle sind selten, da die Herstellung von Kleidungsstücken, welche gesundheitsgefährlich sind, verboten ist. Nach dem deutschen Reichsgesetz vom 14. Mai 1879, § 12, 2, wird bestraft: *„wer vorsätzlich Bekleidungsgegenstände u. s. w. derart herstellt, dass der bestimmungsgemässe oder vorauszusetzende Gebrauch dieser Gegenstände die menschliche Gesundheit zu schädigen geeignet ist, ingleichen wer wissentlich solche Gegenstände verkauft, feilhält oder sonst in Verkehr bringt"*.

Dieselben Bestimmungen enthält das neue österr. Gesetz betr. den Verkehr mit Lebensmitteln und einigen Gebrauchsgegenständen (§ 18, 3 u. 4), welches voraussichtlich 1897 eingeführt werden wird.

Insbesondere schreibt § 7 des Gesetzes vom 5. Juli 1887 vor: *Zur Herstellung von Bekleidungsgegenständen dürfen Farben, welche Arsen enthalten, nicht verwendet werden.*

Endlich sei noch erwähnt, dass Kleidungsstücke, besonders Wäsche, welche Kranke mit Infektionskrankheiten getragen haben, zur Verschleppung dieser Krankheiten Veranlassung geben können. Ueber die Verbreitung von Typhus abdominalis und exanthematicus, Pocken, Cholera u. a. durch Kleidungsstücke, vor allem durch verunreinigte Wäsche, sind viele und sichere Angaben vorhanden, weshalb man in unserer Zeit der Desinfektion derartiger verdächtiger Kleidung und Wäsche besondere Aufmerksamkeit schenkt.

Litteratur: Rubner, „Wert und Beurteilung einer ration. Kleidung", Vierteljahrschr. für öffentl. Gesundheitspflege 1893; von demselben Autor sind in den letzten Jahrgängen des Archivs für Hygiene zahlreiche neuere Arbeiten über die Kleidung veröffentlicht. Kratschmer, „Die Bekleidung", Weyls Handbuch der Hygiene.

Bäder.

Unter den Vorrichtungen, welche der menschliche Körper zur Temperaturregulierung benützt, nimmt, wie in den vorigen Kapiteln ausgeführt wurde, die Haut die erste Stelle ein. Damit dieselbe den ausgiebigen an sie gestellten Anforderungen genügen kann, muss sie aber auch gepflegt werden. Besonders ist es notwendig, dass sie von dem Schweiss, einem aus dem Sekret der Schweissdrüsen, aus Epithelien, Salzen, Fettsäuren und Staub bestehenden Gemenge, welches leicht durch die überall vorhandenen Mikroorganismen in übelriechende Zersetzung übergeht, regelmässig befreit wird.

Hierzu dienen, wie im vorhergehenden Kapitel gezeigt wurde, in erster Linie die der Haut anliegenden Unterkleider (Hemd, Unterhose, Strümpfe), welche je nach ihrer Beschaffenheit den Schweiss mehr oder minder begierig aufsaugen und bei genügend häufig vorgenommenem Wechsel zur Reinhaltung der Haut viel beitragen.

Dieser Zweck wird ferner erreicht durch regelmässige Reinigung der Haut mittelst Waschungen, die wir, wenn sie am ganzen Körper vorgenommen werden, Bäder nennen.

Die Verwendung des Wassers zu Waschungen und Bädern dient jedoch nicht nur zur Reinhaltung der Haut. Der Einfluss besonders des kalten Wassers in Form von Douchen und Bädern auf den gesamten Organismus ist, wie die vielfältigsten Erfahrungen gelehrt haben, ein überaus heilsamer. Durch den Reiz des Wassers kann auf die nervösen Centren eingewirkt, der Kreislauf, der Blutdruck, die Atmung u. s. w. beeinflusst werden. Wie die Hydrotherapie, die Kaltwasserbehandlung mannigfacher Krankheiten, sich heute immer mehr Bahn bricht, so sollte auch die äusserliche Anwendung des

Wassers zur Kräftigung des Körpers, zur Steigerung der Widerstandsfähigkeit gegen die verschiedenartigsten Erkrankungen, eine allgemeinere Verbreitung finden.

Bestimmte Arten von Bädern, wie die römisch-irischen, die russischen Dampfbäder, welche nur therapeutisch wirken sollen, haben für die Hygiene keine besondere Bedeutung. Für diese kommen nur in Betracht die verschiedenen der Reinigung und Erfrischung dienenden Bäder.

Hier verdient vor allem Erwähnung das Baden in offenen Flüssen und Seen, welches abgesehen von dem günstigen Einfluss auf die Haut durch die Kräftigung der Muskulatur, die sich als natürliche Folge der Schwimmbewegungen ergibt, weiterhin noch durch den Aufenthalt in freier Luft, auf den ganzen Organismus vorteilhaft einwirkt. Da diese Art Bäder in unserem Klima nur während einer kurzen Zeit benutzt werden können, muss für den übrigen Teil des Jahres Ersatz geschaffen werden durch warme Bäder in Form von

1. Schwimmbädern.

Die grossen Kosten der Anlage eines Schwimmbades sind die Ursache, dass Schwimmbäder mit künstlich erwärmtem Wasser nur in grösseren Städten zu finden sind. Dort sind sie meist gut, oft sogar luxuriös ausgestattet, mit Douchen u. s. w. versehen, welche eine Reinigung des Körpers vor der Benützung des Schwimmbassins gestatten. Richtig betrieben bilden die Schwimmbäder den vollkommensten Ersatz für das Baden im Freien. Es ist jedoch leicht erklärlich, dass die Wohlthat solcher Schwimmbäder zumeist nur den besser situierten Klassen zu statten kommt.

Die Arbeiter brauchen ein Bad, in welchem sie sich schnell zu reinigen vermögen, das ihnen Erquickung verschafft und so wenig Kosten erfordert, dass sie es regelmässig oder doch häufig besuchen können. Diese Vorteile können künstliche Schwimmbäder nicht bieten.

2. Voll- oder Wannenbäder.

Die allgemeine Verwendung von warmen Vollbädern ist ebenfalls wegen des relativ hohen Preises des einzelnen Bades nicht möglich. Dieser ist bedingt durch die hohen Kosten der

Anlage, welche auch noch sehr häufige Reparaturen erfordert. die Kosten des Betriebes und durch die Menge des für ein Vollbad notwendigen warmen Wassers (250—500 Liter), sowie endlich durch den verhältnismässig grossen Raum. der für die Einrichtung solcher Vollbäder benötigt wird.

3. Brause- oder Douchebäder.

Alle diese bedeutenden Nachteile entbehren die sogenannten Brausebäder, bei welchen der Körper durch das einer Brause entströmende Wasser — die Brause ist zumeist oberhalb des Kopfes angebracht — von dem ihm anhaftenden Schweiss und Verunreinigungen befreit wird. Die Einrichtung sowie der Betrieb derartiger Bäder ist ein sehr einfacher und leichter: sie haben sich in jüngster Zeit allgemein eingebürgert.

Je nach ihrer besonderen Bestimmung für Schulen, Kasernen, Fabriken u. s. w. wird ihre Einrichtung zu modificieren sein; jedoch lassen sich einige allgemeine Gesichtspunkte über deren Anlage aufstellen. Das zum Bau zu verwendende Material darf nicht porös und wasseranziehend sein. muss glatte Flächen bieten und leicht gereinigt werden können. Zu den Wänden sind daher Schiefer oder aber Wellblech oder die sogen. Rabitz-Monierwände zu verwenden.

Die Wände der einzelnen Zellen sollen nicht vom Fussboden bis zur Decke reichen, sondern unten wie oben Oeffnungen haben, damit eine ausgiebige Lüftung ermöglicht wird.

Der Fussboden ist aus einem für Wasser undurchlässigen Material (Asphalt, Zement, Terrazzo) herzustellen: ein leicht fortzunehmender Holzlattenrost ist zu verwenden, weil sonst das Laufen auf dem feuchten, Wärme gut leitenden Material unangenehm ist. Der Fussboden muss geneigt sein. an der tiefsten Stelle liegt das Abflussventil.

Die Brause darf nicht zu starken Druck haben und muss schräg gestellt sein, weil unter starkem Druck senkrecht herabstürzendes Wasser vielen Personen lästig ist.

Die Temperatur des Wassers braucht nicht mehr als 37° C. zu haben; durch eine besondere Vorrichtung — Mischhahn — muss die beliebige Abkühlung der Douche mit kaltem Wasser möglich sein.

Die Ausstattung der Zelle sowohl, wie des Ankleideraumes sei möglichst einfach und bequem zu reinigen.

Eine ausgiebige Ventilation wie Heizung der Anlage ist absolut notwendig, wenn man Krankheiten verhüten will und das Baden angenehm und erfrischend sein soll.

Die Kosten derartiger Brausebäder in bezug auf Anlage und Betrieb sind sehr gering.

Fig. 55 zeigt den Grundriss eines Volksbrausebades, wie solches schon in verschiedenen Städten, unter anderen auch in München, seit Jahren zur allgemeinen Zufriedenheit in Benützung steht.

Um den centralen Teil, in welchem der Dampfkessel und die zum Betriebe nötigen Gegenstände untergebracht sind, liegen 14 Zellen, 10 für Männer, 4 für Frauen, in 2 von einander vollständig abgeschlossenen Abteilungen, deren jede einen Abort enthält. Die Zellen haben an der dem Innenraume zugekehrten Wand das etwa 30 Liter Wasser enthaltende Wassergefäss, über dessen Füllungszustand ein Wasserstandrohr Kenntnis gibt, welches in den Betriebsraum hineinschaut, so dass sich der Heizer von dort aus überzeugen kann, ob in allen Zellen das nötige Wasser vorhanden ist. Das Wasser in den Wasserkästen ist auf etwa 40° erwärmt, durch Beimischung des in beliebiger Quantität zur Verfügung stehenden kalten Wassers kann es in gewünschter Weise abgekühlt werden. Die übrige Einrichtung ist aus der Zeichnung zu ersehen.

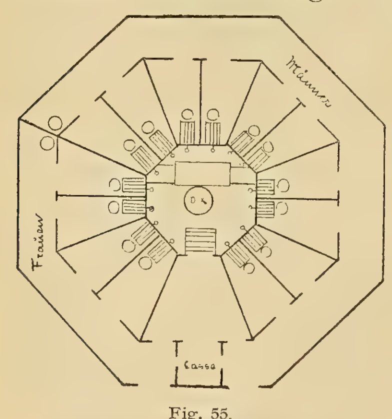


Fig. 55.
Grundriss eines Volksbrausebades.

Litteratur: Renk, „Oeffentliche Bäder, Handbuch der Hygiene von Pettenkofer und Ziemssen"; B. Knoblauch, „Arbeiter-Badeeinrichtungen".

Der Boden.

Wie die Luft, so übt auch der mit dieser in steter Berührung stehende Boden, auf welchem die Häuser errichtet werden, welcher die Leichen aufnimmt und die Abfallstoffe des Menschen zu verarbeiten hat, auf dessen Gesundheit einen je nach den Verhältnissen mehr oder weniger erheblichen Einfluss aus.

Es ist deshalb der Boden oder richtiger die äusserste Schichte der Erdkruste, welche zum Teil aus Steintrümmern, dem Stein- oder Felsschutt, zum andern Teil aus einer feinkörnigen, pulverigen Masse besteht, für die Hygiene von Bedeutung.

Ist der Boden noch in der Verfassung, in welche er durch die natürlichen Vorgänge an der Erdoberfläche versetzt ist, so nennt man ihn einen „gewachsenen“ Boden, während man bei einem Boden, welcher durch die Bebauung verändert worden ist und der aus Ziegelfragmenten, Bruchsteinen, Geschirr- und Glassplittern, Ueberresten von Tieren und Menschen u. s. w. besteht, von Schutt- oder Füllboden spricht.

Diejenigen Faktoren, welche bei der hygienischen Beurteilung des Bodens Interesse bieten, sind:

1. die physikalische Beschaffenheit (Korngrösse, Porenvolumen, Permeabilität, Wassercapacität, Absorption, Temperatur.

2. das chemische Verhalten,

3. das Grundwasser und das Wasser der oberen Bodenschichten.

4. die Mikroorganismen.

1. Physikalische Beschaffenheit.

Zur Bestimmung der Korngrösse bringt man eine bestimmte Menge bei 100° getrockneten Bodens in einen von Knopp angegebenen Siebsatz, welcher aus fünf mit verschieden grossen Löchern versehenen Sieben besteht und siebt den Boden der Reihe nach durch die verschieden aneinander befestigten Siebe hindurch.

Man erhält dann den

Grobkies (Körner) über 7 mm Durchmesser,
Mittelkies über 4—7 „ „
Feinkies „ 2—4 „ „
Grobsand „ 1—2 „ „
Mittelsand „ 0,3—1 „ „
Feinsand unter 0,3 „ „

Im Feinsand unterscheidet man weiterhin noch, je nach dessen Zusammensetzung Thon, Lehm und Humus. Thon besteht grösstenteils aus kieselsaurer Thonerde; Lehm aus einem Gemenge von eisenhaltigem Thon (der Eisengehalt bedingt die verschiedene Färbung des Lehms), Quarz, Glimmer und Kalk; Humus ist endlich eine schwarzbraune Bodenart, welche mit Trümmern von zerfallenen Pflanzen und Tieren reichlich durchsetzt ist.

Die einzelnen Partien werden getrennt gewogen und in Procent der Gesamtsumme berechnet.

Von der Grösse der einzelnen Bodenbestandteile (Körner) ist das Porenvolumen abhängig, unter welchen man das Volumen der in einem Boden zwischen den einzelnen Körnern vorhandenen Hohlräume versteht. Zu dessen Bestimmung füllt man einen der Grösse nach bekannten Cylinder mit dem zu untersuchenden Boden und bringt ihn von dort in einen zur Hälfte mit Wasser gefüllten Messcylinder.

Das Wasser steigt dann im Cylinder nur um so viel an, als durch die Bodenbestandteile Raum eingenommen wurde. Hätte man z. B. in den mit 500 ccm Wasser gefüllten Cylinder 500 ccm gestampften Bodens eingebracht und es wäre das Wasser nur bis 900 ccm gestiegen, so wären nur 400 ccm Wasser durch den Boden verdrängt worden, es kämen also

auf 500 ccm Boden nur 400 ccm wirkliche Bodenbestandteile, während die übrigen 100 ccm des gestampften Bodens von den zwischenliegenden Lufträumen eingenommen waren. Das Porenvolumen wäre also gleich 100 ccm oder in Procenten des scheinbaren Bodenvolumens ausgedrückt $= \frac{100 \cdot 100}{500} = 20\,\%$.

Das Porenvolumen ist, wie gesagt, von der Grösse der einzelnen Bodenbestandteile abhängig. Besteht der Boden nicht aus einzelnen Stücken, sondern bildet er ein festes Ganzes (Felsen von Granit und Porphyr u. s. w.), so ist das Porenvolumen zumeist gleich Null. Es gibt jedoch auch zusammenhängende Gesteine, welche kompakte Felsmassen vortäuschen können und dennoch reich an Poren sind, so der poröse Sandstein von Malta, dessen Porenvolumen ca. 30 % beträgt.

Bei den aus einzelnen Körnern bestehenden Bodenarten (Geröll, Geschiebe, Kies, Schotter, Sand) ist die Summe der Hohlräume annähernd gleich, wenn die einzelnen Elemente untereinander gleich sind. Die grosse Anzahl der kleinen Zwischenräume, welche zwischen den kleinen Bodenpartikelchen sich befinden, geben schliesslich dasselbe Porenvolumen, wie die wenigen, aber desto grösseren Poren zwischen den gröberen Bodenbestandteilen. Sind jedoch in einem Boden verschiedenartige Bestandteile, so lagern sich die kleineren Stücke in die von den grösseren gebildeten Poren und es wird daher das Porenvolumen um so kleiner sein, je verschiedenartiger die Grösse der Körner des Bodens ist.

Für die Permeabilität des Bodens, d. i. die Durchgängigkeit für Luft, ist das Porenvolumen, bedeutend mehr aber noch die Grösse der einzelnen Poren entscheidend, so zwar, dass es für die Luft um so schwieriger wird, den vielfach geschlängelten Weg zu wandeln, je kleiner die Poren sind. Dies ist am besten zu ersehen aus den Resultaten einer Versuchsreihe von Renk, welcher unter bestimmtem Druck Luft durch gleich hohe, mit verschiedenen Bodenarten gefüllte Säulen durchleitete und dabei die Durchgängigkeit durch Messung der durchgetretenen Luftmengen bestimmte:

Material	Korngrösse Durchmesser in mm	Poren-volumen	Druck in mm Wasser	Geförderte Luftmenge Liter in der Minute	
				absolut	relativ
1. Feinsand .	unter 0.3	55.5	20	0.00233	1
2. Mittelsand .	0.3—1	55.5	20	0.112	84
3. Grobsand .	1—2	37.9	20	1.28	961
4. Feinkies .	2—4	37.9	20	6.91	5195
5. Mittelkies .	4—7	37.9	20	15.54	11684

Die Luftdurchgängigkeit wird weiterhin beeinflusst durch den Wassergehalt des Bodens. Sie wird bedeutend herabgemindert, wenn der Boden feucht ist und durch das Wasser ein Teil der Poren verschlossen, ein anderer Teil verengert wird. Sie nimmt noch mehr ab, wenn der Boden und mit ihm das in demselben enthaltene Wasser gefriert. Durch Vergrösserung des Volumens des Wassers beim Gefrieren wird das Porenvolumen entsprechend kleiner. Ausserdem setzt aber noch das in den Poren vorhandene Eis dem Durchtritt der Luft einen grösseren Widerstand entgegen, als das flüssige, verhältnismässig leicht verdrängbare Wasser.

Von der Struktur des Bodens ist ferner abhängig seine Wassercapacität, sein spezifischer Wassergehalt, worunter man die Fähigkeit versteht, eine gewisse Menge Wasser zurückzuhalten. Die Wassercapacität ist einmal eine Folge der Adhäsion des Wassers an den Wandungen der Bodenteilchen und zweitens der Capillarwirkung, welche das Wasser in den capillaren Hohlräumen des Bodens zurückhält. Sie ist verschieden, je nachdem das Wasser von unten nach oben steigt und dabei die Luft vor sich herdrängt (Grundwasser) oder von oben kommt und die Luft teilweise mit einschliesst (Regen). Im letzteren Fall ist die Wassercapacität eine geringere.

Man bestimmt die Wassercapacität, indem man den Boden in einen Blechcylinder von bekanntem Volumen einfüllt, dessen Boden ein Gitter bildet, und wiegt. Nachdem darauf der Boden durch Einsenken in Wasser oder durch Begiessen von oben befeuchtet ist, lässt man das überschüssige Wasser ablaufen, trocknet den Cylinder äusserlich ab und wiegt ihn

wieder. Die Differenz der Gewichte ist die Wassercapacität, welche in Procent der vorher bestimmten Poren (Porenvolumen) berechnet wird.

Wie der Boden die Fähigkeit besitzt, tropfbar flüssiges Wasser zurückzuhalten, so vermag er auch Wasserdampf und andere Dämpfe und Gase an sich zu ziehen. Hierauf beruht die Desodorisierung der Fäkalien in den Erdklosets (s. diese), in welchen die Fäkalien sofort nach ihrer Entleerung mit Erde beworfen werden, wodurch der ihnen anhaftende Geruch durch Absorption seitens der Erde an seiner Verbreitung gehindert wird.

Daher kommt es auch, dass das Leuchtgas bei Rohrbrüchen von Gasleitungen, wenn das Gas durch Bodenschichten hindurch dringen kann, seinen Geruch vollständig verliert und so unbemerkt in die Wohnungen eindringen und Vergiftungen hervorrufen kann.

Viel grössere hygienische Bedeutung hat noch das analoge Verhalten des Bodens gelösten Stoffen gegenüber, wie es durch Versuche von Soyka, Wolffhügel, Fodor, Falk u. a. festgestellt ist. Der Boden hält nicht nur die suspendierten Bestandteile rein mechanisch zurück, sondern er wirkt auch durch Flächenattraktion auf die gelösten anorganischen und organischen Verbindungen (Alkaloide, Blut, Eiweisskörper u. s. w.).

Die Temperatur des Bodens

ist abhängig von der Bestrahlung desselben durch die Sonne und von der Ausstrahlung, der Abgabe der empfangenen Wärme an die umgebende Atmosphäre. Diese Faktoren beeinflussen zunächst nur die höheren Bodenschichten, die tieferen empfangen die Wärme durch Leitung von der oberen und von dem Erdinnern. Selbstverständlich werden bei geneigtem (hügeligem) Terrain die nach S., SO., SW. gelagerten Flächen stärker bestrahlt werden, als die nach O. und W. liegenden; am wenigsten Wärme empfangen die nach N., NO. und NW. schauenden Flächen.

Von der durch die Bestrahlung zugeführten Wärme absorbieren die dunkleren Bodenarten mehr als die helleren.

Weiterhin haben auf die Wärme der oberen Bodenschichten chemische (Zersetzung organischer Substanzen, Fäulnis von Leichen u. s. w.) und physikalische Prozesse (Strömungen der Grundluft, Wasserverdunstung) aber nur in nicht erheblichem Grade Einfluss.

Für die Temperatur des Bodens kommt dann schliesslich noch die Wärmecapacität, die spezifische Wärme des Bodens in Betracht, d. i. das Vermögen, Wärme aufzuspeichern.

Das Verhalten der Bodentemperatur in verschiedenen Tiefen (0.5, 1, 2 und 4 m unter der Oberfläche) ist aus der Kurventafel (Fig. 56) ersichtlich, welche nach Beobachtungen von Fodor in Pest zusammengestellt wurde.

Nur in den oberen Bodenschichten fällt das Temperaturmaximum mit dem der äusseren Luft (AL) zusammen (Juli), wie auch die monatlichen Durchschnittstemperaturen nur wenig von einander abweichen; in den tieferen Bodenschichten tritt das Maximum sowohl wie das Minimum viel später ein, als in der Atmosphäre. Die Durchschnittstemperaturen sind ferner beträchtlich niedriger. Die Amplitude, d. i. die Differenz zwischen höchster und niedrigster Temperatur, wird um so geringer, je tiefer man kommt, und schon bei einer Tiefe von 4 m beträgt sie kaum 5⁰; es ist also dann der Einfluss der die Erwärmung der höheren Bodenschichten bedingenden Faktoren nur noch sehr wenig zu bemerken. In einer Tiefe von 15—20 m hören die Schwankungen überhaupt ganz auf.

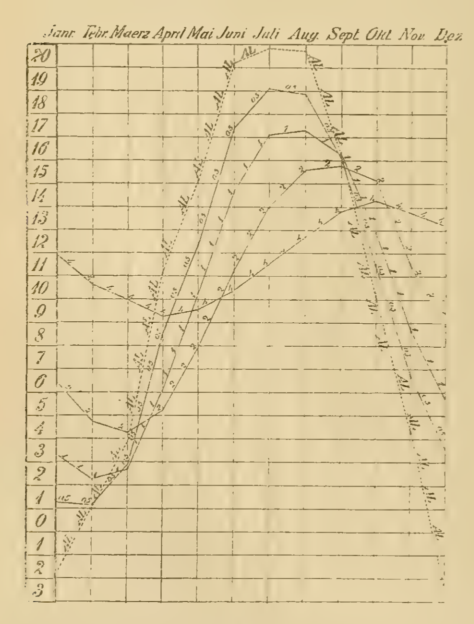


Fig. 56.
Temperatur des Erdbodens in verschiedener Tiefe (noch Fodor).

Vom hygienischen Standpunkt ist die Kenntnis der Bodentemperatur wichtig, weil von ihr das Verlegen der Wasser- und Kanalröhren abhängig ist. Diese sollen der Kosten wegen möglichst wenig tief liegen. Um sie vor der Einwirkung der äusseren Temperatur (Einfrieren im Winter, zu starke Erwärmung des Wassers im Sommer) zu schützen, dürfen sie jedoch nich zu oberflächlich zu liegen kommen.

Von der Bodentemperatur ist auch die Temperatur der Kellerwohnungen abhängig. In diesen ist die Temperatur viel gleichmässiger als in den Wohnungen der höheren Stockwerke; sie bieten also in dieser Hinsicht Vorteile. Wie leicht erklärlich, ist die Temperatur der Bodenschichten, welche durch die überbauten Häuser der Einwirkung der Wärmestrahlung entzogen sind, eine noch viel gleichmässigere als die Temperatur der oberflächlichen Schichten des Bodens im Freien.

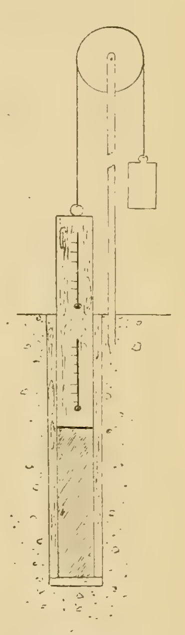


Fig. 57.
Zur Bestimmung der Bodentemperatur.

Zur Bestimmung der **Bodentemperatur** wird ein Schacht ausgehoben und mit Brettern ausgekleidet, so dass nur noch ein viereckiger Zwischenraum bleibt, in welchen gut passende Holzklötze nach einander eingelassen werden können. Auf den Holzklötzen sind langsam reagierende Quecksilberthermometer angebracht. Die Klötze werden, wie dies aus Fig. 57 ersichtlich, in den Holzschacht eingesenkt und nur zum Zweck der Ablesung der Thermometer in die Höhe gezogen. Der Holzschacht ist an den Stellen, wo die Thermometerkugeln zu liegen kommen, durchbrochen, damit die Temperatur des Bodens besser einwirken kann.

2. Das chemische Verhalten des Bodens.

Die **chemische Zusammensetzung** des Bodens in seinem natürlichen Zustande ist nur in gewissen Fällen von Bedeutung, wenn der Boden Verbindungen enthält, welche in Wasser löslich sind und deshalb ins Grundwasser übergehen; manche Verbindungen (Kalk- und Eisenverbindungen) können

dann ein Wasser zum Genuss und Gebrauch ungeeignet machen, was im folgenden Kapitel eingehender besprochen wird.

Für den Hygieniker hat das *chemische Verhalten des Bodens* hauptsächlich wegen der Veränderungen, welche die dem Boden mitgeteilten organischen Verbindungen erfahren, Interesse.

Lässt man ein verunreinigtes Wasser auf einen Boden auffliessen, so hält dieses zunächst mechanisch die suspendierten Bestandteile zurück und zwar um so besser, je kleiner die Poren des Bodens sind. Ausserdem werden mit dem Wasser durch Adhäsion und Capillarität auch gelöste Substanzen — anorganische wie organische — zurückgehalten. Die Menge dieser ist abhängig von der Wassercapacität des Bodens und von dem Grade der Trockenheit.

Die zurückgehaltenen organischen Substanzen werden dann durch die Einwirkung der Mikroorganismen des Bodens zerlegt, der organische Stickstoff wird in salpetrige Säure und Salpetersäure übergeführt, der Kohlenstoff in Kohlensäure. Sind Pflanzen vorhanden (wie bei Rieselfeldern), so ernähren sie sich von den gebildeten Oxydationsprodukten, andernfalls werden diese von dem durchfliessenden Wasser aufgenommen und in das Grundwasser übergeführt.

Auf diesen beiden Prozessen, *Nitrifikation* und *Kohlensäurebildung*, beruht die *Selbstreinigung des Bodens*.

Die *selbstreinigende Kraft* des Bodens hat jedoch wie die des Wassers ihre Grenzen; werden dem Boden zu viel organische Stoffe zugeführt, wird er zu stark verunreinigt, so versiegt die Kraft, der Boden *versumpft* (s. auch unter Bodenfiltration und Rieselfelder).

Man hat früher die gebildete *Kohlensäure*, das eine der Endprodukte der stattgehabten Zersetzung organischer Verbindungen, als Masstab für den Grad der Verunreinigung annehmen zu können geglaubt und ist deshalb die *Bodenluft* speziell auf ihren Gehalt an Kohlensäure sehr häufig analysiert worden. Diese Untersuchungen haben jedoch nur einen beschränkten Wert, da die Kohlensäure ein bewegliches Gas ist, das sich stets ausgiebig mit der Atmosphäre vermischt.

Je günstiger die Verhältnisse für einen Austausch zwischen Bodenluft und Atmosphäre sind, um so eher wird die angesammelte Kohlensäure verschwinden, so dass man also nur unter den gleichen örtlichen Verhältnissen aus dem Kohlensäuregehalt der Bodenluft sichere Schlüsse ziehen kann. Die Faktoren, von denen der Austausch der Bodenluft mit der freien Atmosphäre, also demnach auch die Ansammlung von Kohlensäure in der Bodenluft, abhängig ist, sind die Permeabilität für Luft (mineralogischer Charakter, Porosität, Wassergehalt des Bodens), die Bedeckung, die Temperaturverhältnisse von Luft und Boden und endlich der Druck und die Bewegungen (Winde) der Atmosphäre.

Der Kohlensäuregehalt der Bodenluft, welcher übrigens sehr hoch steigen kann — er schwankt zwischen 2 und 100 pro mille — hat somit nur unter bestimmten Verhältnissen eine *symptomatische* Bedeutung. Einen direkten Einfluss auf die Gesundheit des Menschen übt er nicht aus, weil sich die CO_2 der ausströmenden Bodenluft sofort mit der atmosphärischen Luft vermischt. Schädlich kann die austretende Bodenluft werden, wenn sie übelriechende Beimengungen enthält, welche von den in einem verunreinigten Boden ablaufenden Zersetzungen herrühren, oder wenn sie beim Platzen eines Gasrohres sich mit Leuchtgas vermischt hat. Dann können, wie schon vorher erwähnt, die dem Leuchtgas den charakteristischen Geruch verleihenden Riechstoffe vom Boden absorbiert werden, das Leuchtgas strömt geruchlos mit der Bodenluft aus, dringt in die Häuser ein und führt, wie schon wiederholt geschehen ist, zu Vergiftungen.

Wie man sich gegen diese Belästigungen und Gefahren der Bodenluft schützen kann, wird in dem Kapitel „Wohnung“ auseinandergesetzt werden.

Die *chemische Untersuchung* des Bodens für hygienische Zwecke hat hauptsächlich den Zweck, eine mehr oder minder erhebliche Verunreinigung des Bodens nachzuweisen. Hierzu genügt die *Bestimmung der organischen Substanzen*. Eine genau gewogene Bodenmenge wird stark geglüht und nach dem Erkalten gewogen; der Glühverlust zeigt annähernd den Gehalt an organischen Substanzen an.

Weiterhin kann auch noch die Bestimmung des Gesamtstickstoffs, sowie des Ammoniaks, der salpetrigen und Salpetersäure u. s. w. über den Zustand des Bodens Aufschluss geben. Das Vorhandensein von viel Gesamtstickstoff würde nur anzeigen, dass der Boden stark verunreinigt wurde, während erst die Analyse der einzelnen stickstoffhaltigen Verbindungen erkennen lässt, ob der Boden die ihm zugeführten Verunreinigungen schon verarbeitet, in salpetrig- und salpetersaure Salze umgesetzt hat.

3. Grundwasser.

Von den Niederschlägen, welche in verschiedener Form (Regen, Schnee u. s. w.) auf den Boden niederfallen, verdunstet ein Teil und geht bald wieder in die Atmosphäre über; ein andrer Teil fliesst oberflächlich ab, den nächstgelegenen Bächen, Flüssen zu;*) der Rest verschwindet in den Boden, wo er entweder in den oberflächlichen Bodenschichten an den Wandungen der feinen Poren des Bodens zurückgehalten wird, oder aber, wenn grössere Mengen eindringen, so weit nach unten sinkt, bis er auf einer undurchlässigen Schicht aufgehalten sich als Grundwasser ansammelt.

Unter Grundwasser versteht man die im porösen Boden auf einer undurchlässigen Schicht stehende, sämtliche vorhandene Poren des Bodens ausfüllende Wassermasse.

„Die Grundwässer unserer Bodenflächen können als unterirdische Teiche und Flüsse betrachtet werden, welche mit Alluvionen ausgefüllt und bald mehr, bald minder hoch überschüttet sind, sodass wir über und auf dem Spiegel derselben wohnen und die Erde bebauen. Wenn wir einen Brunnen anlegen, so graben wir eine Oeffnung durch die Bedeckung dieses unterirdischen Wassers, heben, am Wasserspiegel angelangt, noch einige Fuss tiefer das Material aus, womit das Becken angeschüttet ist, in welcher Höhlung sich dann jenes Wasser ansammelt, welches wir mit Pumpen oder Schöpfeimern an die Oberfläche fördern.“ (Pettenkofer.)

---

*) Manchmal sickert auch umgekehrt das Flusswasser durch die das Ufer bildenden lockeren Bodenschichten in das Grundwasser.

Das Grundwasser befindet sich nicht in Ruhe, sondern in steter Bewegung und zwar horizontaler und vertikaler. Sein horizontaler Verlauf ist von den Bodenverhältnissen, besonders von der Lage der undurchlässigen Schicht, auf welcher es zu liegen kommt, abhängig, nicht aber von der Bodenoberfläche. Wie Fig. 58, welche den Grundwasserstand von München Mitte August 1875 wiedergibt, zeigt, läuft das Niveau des Grundwassers der Bodenoberfläche nicht parallel. Von dieser fast ganz unabhängig fliesst es auf der undurchlässigen Schicht, deren Gefälle folgend, in sehr langsamem Strome (etwa 0.1—1.5 m pro Stunde), da es die grossen Widerstände, die sich ihm durch den Boden bieten, nur schwer überwinden kann. Sind die Bodenverhältnisse derart, dass die undurchlässige Schicht nahe an die Oberfläche tritt, so wird auch das Grundwasser als Quelle, See oder Fluss sichtbar (wie in

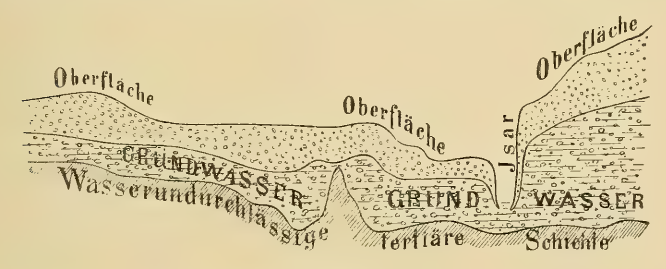


Fig. 58.
Grundwasserstand in München Mitte 1875.

Abb. 58). Ist das Gefäll der undurchlässigen Schicht nicht gleichmässig, sondern sind Erhebungen vorhanden, so wird das Grundwasser in seinem Laufe gehemmt, es wird gestaut, so dass dann, wie ebenfalls in der beigegebenen Abbildung zu sehen ist, sein Niveau nicht horizontal ist, sondern Berge und Thäler zeigt.

Der Stand des Grundwassers ist, abgesehen von den Bodenverhältnissen, von seinen Zuflüssen abhängig. Diese sind in den meteorischen Niederschlägen zu suchen, welche durch den Boden hindurchfiltrieren und sich dann auf der undurchlässigen Schicht als Grundwasser ansammeln. Wie aus dem Vorhergesagten zu entnehmen ist, rührt jedoch das an einem bestimmten Punkte zu findende Grundwasser nicht nur

von den direkt auf diesen gefallenen Niederschlägen her, sondern auch von seitlichen Zuflüssen, von höher gelegenen Grundwasseransammlungen.



Fig. 59. Schalenapparat zur Messung des Grundwasserstandes nach Pettenkofer.

Die Messung des Grundwasserstandes wird an einem Brunnen vorgenommen, welcher einen unverrückbaren Fixpunkt (Cote) besitzt, der dann den Ausgangspunkt für die Messung bildet. Der Brunnen darf nicht zur Wasserversorgung benützt werden, auch nicht in der Nähe anderer solcher Brunnen liegen, weil sich sonst bei vorheriger Entnahme der Stand des Grundwassers senken würde.

Zur Ausführung der Messung dient der Pettenkofersche Schalenapparat (Fig. 59). An einem Stabe sind in Entfernung von 0,5 cm kleine runde Schälchen angebracht. Das oberste Schälchen bildet den Nullpunkt des Messbandes. Bei der Messung wird der Apparat in den Brunnen gelassen, bis er ins Wasser eintaucht und dann am Fixpunkt des Brunnens das Messband abgelesen. Der Messapparat wird dann heraufgezogen und nachgesehen, wie viel Schälchen nicht in das Wasser eingetaucht haben; die Entfernung vom Nullpunkt des Messbandes bis zum ersten gefüllten Schälchen wird dann noch hinzuaddiert.

Fig. 60. Apparat zur Messung des Grundwasserstandes.

Bei fortlaufenden Messungen bringt man (Fig. 60) an einer Messingkette, welche über eine Rolle gelegt ist und einen Zeiger trägt, einen Schwimmer an. Bei Aenderungen des Grundwasserstandes hebt und senkt sich der Schwimmer und überträgt die Bewegungen durch die Kette auf den Zeiger. Man kann dann den jeweiligen Stand des Grundwassers an der hinter dem Zeiger liegenden Skala sofort ablesen.

Die über der Grundwasserschicht liegenden Bodenschichten werden nach Fr. Hofmann in bezug auf ihren Wassergehalt eingeteilt in:

1. die Zone des capillaren Grundwasserstandes, welche so weit reicht, als das Grundwasser durch Capillarität sich heben kann.

Ueber dieser befindet sich

2. die Durchgangszone, d. i. die Strecke, in welcher die in den oberen Bodenschichten stattfindende Wasserverdunstung direkt nicht mehr von Einfluss ist. Sie enthält so viel Wasser, als der absoluten Wassercapacität des Bodens entspricht.

Die oberste Schicht ist

3. die Verdunstungszone, aus welcher das Wasser durch Verdunstung an die Atmosphäre abgegeben wird.

In dieser Zone ist der Wassergehalt ein sehr schwankender. Nach Regengüssen können in ihr sämtliche Poren mit Wasser gefüllt sein, während bei Trockenheit durch die Verdunstung der Wassergehalt unter den der absoluten Wassercapacität sinkt.

Für den Wassergehalt der über dem Grundwasser liegenden Bodenschichten geben die Grundwasserschwankungen, abgesehen von gewissen Einschränkungen, einen sicheren Anhalt. Steigt das Grundwasser, so ist dies ein Beweis, dass es von oben neuen Zufluss erhält, die oberen Bodenschichten müssen daher einen sehr hohen Wassergehalt haben; fällt es, so ist dies ein Zeichen, dass für das aus der Verdunstungszone verdampfende Wasser neuer Ersatz durch Capillarität von unten emporgehoben wird, dass das Wasser also einen umgekehrten Weg nimmt; die oberen Bodenschichten sind dann trocken.

4. Die Mikroorganismen des Bodens und dessen Beziehungen zu infektiösen Krankheiten.

Der Boden enthält in zahlloser Menge Mikroorganismen. Während in der Luft auf etwa 10 Liter nur 1—10 Keime enthalten sind und im Fluss- und Brunnenwasser die Menge pro Kubikcentimeter ungefähr zwischen 10 und 500 Keimen

schwankt, sind in einem Kubikcentimeter der oberflächlichen Bodenschichten Hunderttausende, ja sogar Millionen von Mikroorganismen enthalten.

Der Bakteriengehalt nimmt jedoch nach der Tiefe zu rasch ab und zwar so schnell, dass ungefähr 3—4 m tief der Boden nahezu steril ist, wenn nicht durch Risse im Boden oder durch künstlich hergestellte Gänge unterirdisch wohnender Tiere (Ratten, Mäuse, Regenwürmer u. s. w.) eine stete Verbindung zwischen oberflächlichen und tiefen Bodenschichten hergestellt wird.

Die Mikroorganismen sind zum bei weitem grössten Teile Saprophyten, deren wichtige Aufgaben, wie schon erwähnt, darin liegen, die dem Boden übergebenen organischen Abfallstoffe zu zersetzen, zumeist in Salpetersäure und salpetrige Säure (Nitrifikation) und Kohlensäure zu zerlegen, Verbindungen, die dann von den Pflanzen zu ihrem Aufbau verwertet und damit wieder für die Ernährung der Tierwelt und des Menschen nutzbar gemacht werden.

Von pathogenen Mikroorganismen kommen nur verhältnismässig wenige Arten häufig im Boden vor. Mit den Kadavern der an Milzbrand gefallenen Tiere gelangen die Milzbrandbacillen auf den Boden und in die oberflächlichen Bodenschichten. In den letzteren können sie sich, wenn sie von der Einwirkung der Sonnenstrahlen geschützt sind und sonst günstige Bedingungen finden, lebend erhalten oder Sporen bilden, die auch nach längerer Zeit, wenn sie wieder an die Oberfläche gebracht werden, Infektionen, besonders des Weideviehes veranlassen können. An vielen Stellen der Erdoberfläche finden sich die Tetanusbacillen (pag. 28) und die Bacillen des malignen Oedems (Koch), Vibrion septique (Pasteur) (pag. 28), welche beide gelegentlich auch den Menschen inficieren.

Mit grosser Wahrscheinlichkeit kann man weiterhin annehmen, dass die Erreger der Malaria, die pag. 39 beschriebenen Protozoën, in den Bodenarten mancher Gegenden vorkommen, sich dort vermehren und von da aus die Menschen befallen.

Endlich ist durch die ausgedehnten epidemiologischen

Untersuchungen von Buhl, Seidel, Soyka und besonders von Pettenkofer darauf aufmerksam gemacht worden, dass der Boden bei Verbreitung von Typhus und Cholera eine wichtige Rolle spielen muss. Hierauf führte die Beobachtung, dass mit steigendem Grundwasser die Epidemien erlöschen, während beim Abfall desselben ihre Frequenz ansteigt.

Die Abscissen der nebenstehenden Kurve, welche die Typhusfrequenz und das Verhalten des Grundwassers in München während der Jahre 1856 bis 1887 illustriert, entsprechen den einzelnen Jahrgängen. Als Ordinaten sind in jeder Rubrik zwei Striche gezogen, ein fortlaufender und ein unterbrochener. Der fortlaufende gibt die absolute Zahl der Todesfälle des Jahres, der punktierte die relative Zahl pro 100000 Einwohner an. Beide Striche haben verschiedene Masstäbe, damit man die grössere Abnahme der relativen Zahlen besser erkennt. Für 1856 sind die Striche für 384 Todesfälle im ganzen und für 290 pro 100000 gleich lang genommen, für die späteren Jahrgänge aber diese Masstäbe beibehalten worden.

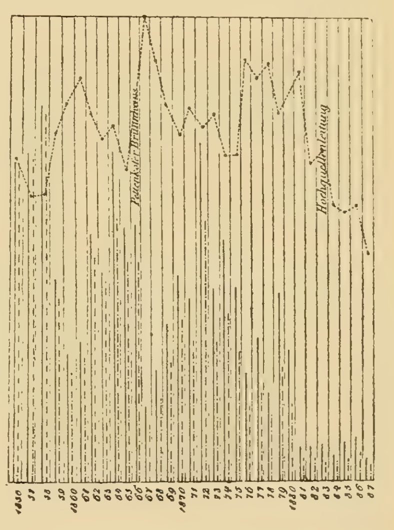


Fig. 61.
Typhusbewegung in München von 1856—1887.

Die zu oberst gezeichnete Kurve zeigt den Verlauf der Grundwasserbewegung.

Man sieht vier Typhusperioden und deren Maxima und Minima, I 1856—60, II 61—67, III 68—76, IV 77—87.

Dem Maximum der Typhusfrequenz entspricht stets ein niedriger Grundwasserstand und umgekehrt.

Die Coincidenz der Grundwasserbewegung mit der endemischen Bewegung des Abdominaltyphus ist durch Virchow und Soyka auch für andere Orte, Berlin, Frankfurt a. M., Bremen und Salzburg nachgewiesen worden; sie ist vorhanden,

ohne dass in diesen Städten die Grundwasserbewegung zeitlich einen gleichen Verlauf hätte.

Pettenkofer hat nun seine epidemiologischen Untersuchungen dahin ausgedehnt, dass er an den Orten, wo Epidemien aufgetreten sind, die Beschaffenheit des Bodens feststellte, und er kam zu dem Resultat, dass die Epidemien sich nicht überall gleich verhalten, sondern ein von der Art und Beschaffenheit des Bodens abhängiges Verhalten zeigen. Dies führte ihn dann zu der Hypothese, dass die Mikroorganismen gewisser Krankheiten (Typhus und Cholera) in geeignetem Boden sich derart zu entwickeln vermögen, dass sie, nachdem sie den Boden verlassen haben, die Erkrankungen hervorzubringen im stande sind. Das Auftreten einer Epidemie ist von einer örtlichen und zeitlichen Disposition abhängig. Die örtliche ist in einem porösen, für Luft und Wasser durchgängigen Boden zu suchen, welcher mit organischen Substanzen getränkt ist, während die zeitliche Disposition auf zeitweiligen Schwankungen der Durchfeuchtungs- und Temperaturverhältnisse beruht. Haben sich die Mikroorganismen bei gegebener zeitlicher und örtlicher Disposition im Boden entwickelt, so treten sie mit der Bodenluft in die freie Atmosphäre, werden eingeatmet und erzeugen die spezifische Erkrankung.

Gegen diese Auffassung der Entstehung und Verbreitung infektiöser Krankheiten, insbesondere Typhus und Cholera, ist auf Grund der neueren bakteriologischen Untersuchungen eingewandt worden, dass die Bedingungen für Entwickelung pathogener Bakterien im Boden zumeist nicht gegeben sind. Die Temperatur ist hiefür zu niedrig; nur in den obersten Bodenschichten während weniger Sommermonate wäre sie hoch genug. Gegen eine Weiterentwickelung spricht auch der Umstand, dass die Saprophyten, wenn sie mit pathogenen Mikroorganismen in Konkurrenz treten, diese letzteren meist schon nach kurzer Zeit zu besiegen im stande sind. Im Boden wird dieser Kampf für die parasitischen Bakterien ein um so schwierigerer sein, weil die Sapro-

phyten, wie schon vorher erwähnt, in den oberen Bodenschichten enorm zahlreich sind.*)

Für die Möglichkeit eines Austretens von Mikroorganismen mit der Bodenluft aus dem Boden liegen beweisende Versuche nicht vor; bisher ist es noch niemals geglückt, Bakterien aus dem Boden in die Luft überzuführen.

Nicht die tieferen Bodenschichten, sondern nur die Oberfläche desselben wird gelegentlich zum Infektionsherd und verursacht dann ein vermehrtes Auftreten von infektiösen Krankheiten.

Die bakteriologische Bodenuntersuchung.

Handelt es sich nur darum, qualitativ festzustellen, welche Arten Bakterien in einem Boden enthalten sind, so impft man Tiere subkutan mit geringen Mengen und erfährt dann aus dem Verlauf der Impfung und der eventuell nachfolgenden Sektion und Untersuchung des Tierkadavers, ob und welche pathogene Bakterien im Boden enthalten waren.

Oder man vermischt Proben des Bodens mit Gelatine und giesst diese dann auf eine Glasplatte aus u. s. w.

Ein ähnliches Verfahren dient auch zur quantitativen Bestimmung. Mit einem kleinen scharfrandigen Stahl- oder Platinlöffel misst man ein wenig Boden ab, bringt diesen in ein Reagenzglas mit verflüssigter Gelatine und verreibt den Boden in dieser mit einem starken Platindraht. Nach möglichst sorgfältiger Vermischung wird die Gelatine auf eine Platte ausgegossen oder nach der v. Esmarch'schen Rollmethode (p. 55) behandelt.

Zur Entnahme von Bodenproben aus Tiefen, welche durch Graben nicht leicht zugängig gemacht werden können, hat C. Fränkel einen Bohrer angegeben, an welchem sich über dem Gewinde ein löffelförmiger Ausschnitt befindet, der zur Aufnahme der Erdprobe bestimmt ist. Der Ausschnitt ist durch eine Hülse verschlossen. Der Bohrer, welcher jedoch

*) Hier ist auch das bei Besprechung der Leichenbestattung über das Verhalten pathogener Bakterien im Boden Gesagte nachzulesen.

nur bei sandigem oder lehmigen Boden zu benützen ist, wird geschlossen bis zu der Stelle eingeführt, wo die Probe entnommen werden soll. Hier braucht man nur den Bohrer einige Male in umgekehrter Richtung zu drehen, so öffnet sich der Ausschnitt und füllt sich mit Erde, während eine Drehung in der ersten Richtung die Hülse wieder verschliesst. So wird dann der Bohrer wieder nach oben gezogen, geöffnet und mit kleinen, sterilen Löffeln der Erdboden entnommen.

Litteratur: Soyka, „der Boden". Hdb. d. Hyg. v. Pettenkofer u. Ziemssen; Fodor, „Hygiene des Bodens". Hdb. d. Hyg. v. Weyl.

Das Wasser.

Die vielseitige Verwendung, welche das Wasser im menschlichen Haushalt findet, bedingt die weitgehenden Anforderungen, welche wir an dasselbe in Bezug auf Quantität und Qualität stellen müssen. Die Anforderungen müssen bekannt sein, damit man gegebenen Falles beurteilen kann, ob die vorhandene Wasserversorgung ausreicht, oder aber, wie und woher das notwendige Wasser beschafft werden muss.

Die Menge, welche wir für die Ernährung gebrauchen, zum Stillen des Durstes, zur Herstellung der Speisen und Reinigung der Geschirre, ist relativ gering; pro Kopf und Tag genügen zwanzig bis dreissig Liter. Viel grösser sind die Quantitäten, die für die Aufrechterhaltung der Sauberkeit in und ausser dem Hause notwendig sind. Das Wasser ist das beste Mittel zur Reinigung unseres Körpers, wie unserer Umgebung, zur Beseitigung und Entfernung des sich überall bildenden und ansammelnden Schmutzes und damit zur Verhütung von Krankheiten. Die öffentliche Gesundheitspflege muss es deshalb als eine ihrer wichtigsten Aufgaben betrachten, für die Beschaffung einer für die Aufrechterhaltung der Reinlichkeit notwendigen Menge eines geeigneten Wassers zu sorgen.

Man bedarf ungefähr für die Reinigung des Hauses und

der Wäsche pro Kopf und Tag .	15	Liter
eine einmalige Closetspülung	5—10	„
Pissoirspülung pro Stunde und Stand . . .	50—150	„
ein Wannenbad	200—400	„
ein Brausebad	30	„
einmalige Hof-, Trottoir-, Strassensprengung pro Quadratmeter	1	„

Weiter sind zu berücksichtigen die für öffentliche Zwecke (Strassensprengen, Kanalspülen, Löschung von Bränden, Springbrunnen) und gewerbliche Betriebe notwendigen Wassermengen; besonders für letztere lassen sich jedoch Durchschnittszahlen nicht angeben.

Im allgemeinen kann man nach den vorhandenen statistischen Untersuchungen eine Wasserversorgung, welche pro Kopf und Tag ca. 150 Liter liefert, als ausreichend und allen Ansprüchen genügend bezeichnen.

Wo die Beschaffung einer solchen Menge einwandsfreien Wassers unmöglich ist, sind zweierlei Versorgungen notwendig — eine Trinkwasserleitung, welche ca. 40 L. und eine Nutzwasserleitung, welche ca. 100 L. pro Kopf und Tag liefern muss. Die erstere Leitung hat dann den gesamten Wirtschaftsbedarf zu befriedigen, die zweite Leitung liefert Wasser für die Spülung der Closets, Pissoire, Strassen, Gärten und für die gewerblichen Betriebe.

Es ist in neuerer Zeit darauf aufmerksam gemacht worden, dass durch Sorglosigkeit und Missbrauch der Abnehmer, durch Brüche und Undichtigkeiten der Leitung und Versorgungsanlagen viel Wasser vergeudet wird, wodurch bei knappem Wasserzufluss die ausreichende Versorgung gefährdet, der Preis des Wassers oft unnötig erhöht wird. Zur Verhütung dieser Vergeudung ist eine Kontrolle einzuführen und das Wasser nach Mass zu liefern und zu bezahlen. Damit jedoch dann nicht zum Schaden der Reinlichkeit und damit der Gesundheit mit dem Wasser gespart wird, ist stets ein Mindestverbrauch zu bezahlen, der erfahrungsgemäss ausreicht, den wirklichen Bedarf zu decken. Als solcher hat sich nach vorliegenden Ermittelungen der Bedarf in Arbeiterwohnungen auf 30—40 Liter, in Wohnungen reichster Art auf 70—80 Liter pro Kopf und Tag gestellt.

Qualitativ ist von einem Wasser, das den menschlichen Bedarf decken soll, zu verlangen, dass es

1. zum Genuss einladend,
2. für den Körper unschädlich,
3. für die mannigfachen praktischen Bedürfnisse geeignet ist.

Ein Wasser ist zum Genuss einladend, wenn es farblos,

klar und geruchlos ist, wenn es in den verschiedenen Jahreszeiten seine Temperatur nicht bedeutend ändert, im Sommer nicht zu warm, im Winter nicht zu kalt wird (8—12° C.). Durch einen geringen Gehalt an CO_2 wird ein erfrischender, angenehmer Geschmack hervorgerufen.

Das Wasser ist für den Körper unschädlich, wenn es keinerlei Beimengungen (anorganische, organische, organisierte) enthält, welche bei länger dauerndem oder auch nur einmaligem Genuss eine Erkrankung des Körpers hervorrufen können. Darüber gibt uns die chemische und mikroskopisch-bakteriologische Untersuchung Aufschluss.

Die chemische Analyse bestimmt die im Wasser suspendierten Bestandteile, die absorbierten Gase und die gelösten Substanzen.

Die suspendierten Bestandteile machen das Wasser trüb und deuten zumeist auf vorausgegangene Verunreinigung.

Die absorbierten Gase, Sauerstoff und Kohlensäure haben eine untergeordnete hygienische Bedeutung; sie machen nur ein Fehlen oder Vorhandensein organischer Zersetzungsprodukte wahrscheinlich.

Von gelösten Bestandteilen haben Interesse die Chloride, salpetrigsaure und salpetersaure, sowie Ammoniaksalze, die in den im Wasser vorhandenen Mengen zwar niemals direkt schädlich sind, jedoch die Vermutung einer mehr oder minder starken Verunreinigung des Wassers selbst oder des Bodens, welchem das Wasser entstammt, nahe legen. Ammoniak und salpetrigsaure Salze sollen sich in einem guten Wasser nie finden, weil sie auf Zersetzung stickstoffhaltiger Substanzen schliessen lassen; aus ihrem qualitativen Nachweis sind daher schon bestimmte Schlüsse zu ziehen; das Vorhandensein von Salpetersäure wird häufig nur von vorausgegangener Zersetzung stickstoffhaltiger Substanzen herrühren, jedoch kann diese Zersetzung bei ausschliesslichem Vorhandensein von Salpetersäure, dem höchsten Oxydationsprodukt stickstoffhaltiger Verbindungen, schon längst beendet sein, so dass Salpetersäure allein ohne gleichzeitige Anwesen-

heit von Ammoniak und salpetriger Säure ein ungünstiges Urteil abzugeben nicht gestattet.

An Kalk- und Magnesiasalzen reiche Wässer werden von empfindlichen Mägen schlecht vertragen und eignen sich wegen Bildung unlöslicher Verbindungen nicht zur Herstellung mancher Speisen und Getränke (Leguminosen, Kaffee, Thee).

Metallische Verbindungen (Bleisalze, zumeist von der Leitung herrührend, sind besonders gefährlich) dürfen in irgend erheblichen Mengen nicht vorhanden sein.

Die organischen Verbindungen haben wie die meisten der anorganischen nur symptomatische Bedeutung, indem sie auf eine vorhergegangene Verunreinigung hinweisen; um direkte Schädigungen hervorzurufen, sind die vorhandenen Mengen stets zu gering.

Die mikroskopische und bakteriologische Untersuchung, welche über das Vorhandensein und die Beschaffenheit der suspendierten Bestandteile Aufschluss geben soll, hat zumeist auch nur symtomatische Bedeutung.

Pathogene Mikroorganismen sind und werden nur in den seltensten Fällen im Wasser gefunden und schliessen dann selbstverständlich jegliche Verwendung des Wassers aus. Aber auch ohne direkten Nachweis pathogener Mikroorganismen wird ein Wasser, in welchem sich mikroskopische Fäkalbestandteile (Muskelfasern, Eier von Darmparasiten u. s. w.) niedere Tiere und Pflanzen oder durch die Kulturmethode eine die Norm überschreitende Menge von Mikroorganismen nachweisen lassen, nicht nur als ekelhaft, sondern auch als verdächtig und möglicherweise als gefahrbringend zu beanstanden sein.

Für praktische Zwecke wird endlich ein Wasser mehr oder weniger unbrauchbar, wenn ein zu hoher Gehalt an Kalksalzen seine Verwendung zum Waschen und Kochen beeinträchtigt, da durch derartiges Wasser die Seife zerlegt und zunächst unlösliche fettsaure Salze gebildet werden.

Es ist nicht möglich, diese allgemeinen an ein Wasser zu stellenden Anforderungen dahin zu präcisieren, dass man durch Zahlen bestimmt, welcher Gehalt an den einzelnen Bestand-

teilen gerade noch erlaubt ist. Die Menge der im Wasser enthaltenen gelösten Substanzen ist von der Zusammensetzung des Bodens, dem das Wasser entstammt, abhängig, wie die nachfolgende Tabelle von Wässern verschiedener Formationen zeigt.

mg pro 1 Liter

Formation	Rückstand	Organ. Subst.	N_2O_5	Cl.	SO_3	Oa O	Mg O	Härte
Granit	25	16	0	4	4	10	3	1.4
Buntsandstein .	220	14	1	9	9	75	50	14.5
Muschelkalk . .	325	9	1	14	14	130	30	17.0
Dolomit	420	5	2	Spur	4	140	65	23.0
Gyps	2365	Spur	Spur	2	1111	766	125	94.0

Zur allgemeinen Orientierung seien jedoch die Mengen angegeben, welche nach Tieman-Gärtner im Liter reinen natürlichen Wassers als Maximum enthalten zu sein pflegen.

Abdampfungsrückstand	500 mg
Calcium + Magnesiumoxyd	180—200 mg
Chlor entspricht:	20—30 mg
Na Cl	33—50 mg
Schwefelsäure (SO_3)	80—100 mg
Salpetersäure N_2O_5	5—15 mg
Ammoniak und salpetrige Säure	in kaum nachweisbaren Spuren
Organische Substanzen entsprechend einer Reduktion von	8—10 mg K Mn O_4

	Bakterien pro cubcm
Quellwasser	50
Wasser durch Sandfilter gereinigt . . .	100
Brunnenwasser	500

Methodik der chemischen und mikroskopisch-bakteriologischen Wasseruntersuchung.

Die geringen Mengen suspendierter und gelöster Substanzen, welche im Wasser enthalten zu sein pflegen, erheischen schon

bei der Probeentnahme grosse Vorsicht, wenn das Resultat der später ausgeführten Untersuchung Wert haben soll.

Die zur chemischen Analyse notwendige Wassermenge — zumeist genügen ein, höchstens zwei Liter — wird in sorgfältig gereinigten, durchsichtigen Flaschen aufgefangen. Die Flaschen sind bei der Probeentnahme mit dem zu untersuchenden Wasser voll zu füllen, wieder zu entleeren, mehrfach auszuschwenken und erst nachher definitiv zu füllen, mit sauberem Stopfen zu verschliessen, zu versiegeln und zu etikettieren. Gleichzeitig erfolgt die Messung der Temperatur und eine kurze Beschreibung des Ortes (die Qualität des Wassers möglicherweise gefährdende Nachbarschaft, wie Dunggruben u. s. w.) und der Beschaffenheit der Wasserversorgung.

Zur Entnahme von Wasserproben in beliebiger Tiefe von Brunnen, Seen u. s. w. dienen Apparate, welche das Oeffnen der Gefässe und den Eintritt des Wassers erst nach dem Herabsenken der Flaschen bis zur gewünschten Stelle gestatten.

Der chemischen Untersuchung hat die Bestimmung von Geschmack, Geruch und Farbe des Wassers vorauszugehen.

1. Geschmack. Circa 100 ccm werden auf 15—20° erwärmt und auf ihren Geschmack (fader, verschiedenartiger Beigeschmack) geprüft.

2. Geruch. Ungefähr 100 ccm werden auf 50—60° erwärmt, bei welcher Temperatur etwaige Gerüche (modrig, faulig) am ersten hervortreten.

3. Farbe und Klarheit sind am besten zu erkennen, wenn man das Wasser in ein grösseres Reagenzglas oder einen Messcylinder einfüllt, diesen auf ein weisses Papier stellt und von oben herab durch die Wasserschicht hindurchsieht.

Chemische Untersuchung.

Die chemische Analyse zerfällt in eine qualitative und quantitative.

Qualitativ werden zumeist nur Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure bestimmt.

Zum qualitativen Nachweis der salpetrigen Säure versetzt man

1. ungefähr 50 ccm. Wasser mit 1 ccm verd. Schwefelsäure (durch Zusatz der Schwefelsäure wird die salpetrige Säure, welche sich im Wasser nie frei befindet, sondern als Salz enthalten ist, frei gemacht) und 1 ccm einer farblosen Lösung von schwefelsaurem Metaphenylendiamin; ist salp. Säure vorhanden, so tritt Gelb- oder Braunfärbung ein, (Bildung von Triamidoazobenzol-Bismarckbraun).

2. Etwa 100 ccm Wasser mit 2 ccm verd. Schwefelsäure und 1 ccm Jodzinkstärkelösung versetzt geben bei Anwesenheit von salpetriger Säure eine Blaufärbung. Die Reaktion tritt ein, weil die salpetrige Säure Jod aus dem Jodzink frei macht, $2\,NO_2 + ZnJ_2 = Zn(NO_2)_2 + 2J$, das Jod verursacht dann die Bläuung der Stärke.

Salpetersäure wird qualitativ nachgewiesen, indem man

1. in einer kleinen Porzellanschale zu einigen ccm reiner conc. Schwefelsäure einige Krystalle von Diphenylamin und darauf einige Tropfen des Wassers hinzugibt; Blaufärbung infolge von Oxydation des Diphenylamins zeigt das Vorhandensein von Salpetersäure an.

2. In derselben Weise geben Krystalle von Brucin (eine in den Brechnüssen enthaltene Base) bei Anwesenheit von Salpetersäure Rosafärbung.

Zum qualitativen Nachweis des Ammoniaks versetzt man etwa 100 ccm Wasser mit $^1/_2$ ccm Natronlauge und 1 ccm Sodalösung, wodurch die vorhandenen Kalk- und Magnesiaverbindungen ausgefällt werden. Nachdem sich der Niederschlag gut abgesetzt, giesst man die darüber stehende Flüssigkeit in einen Messcylinder, fügt 1 ccm Nessler'sches Reagens (Kaliumquecksilberjodid) hinzu, worauf sich bei Anwesenheit von Ammoniak eine gelbrote Färbung, bei grösseren Mengen ein roter Niederschlag von Quecksilberammoniumjodid bildet ($NH_4Cl + 2\,HgKJ_3 + 4\,KOH = Hg_2NH_2OJ + 5\,KJ + KCl + 3H_2O$).

Zur Bestimmung der freien Kohlensäure setzt man zu einem Kölbchen voll Wasser einige Tropfen Rosolsäure-

lösung. Eine entstehende Gelbfärbung zeigt die Anwesenheit freier Kohlensäure an.

Die quantitative Analyse

bestimmt: den Abdampfrückstand (sämtliche gelöste Substanzen), die suspendierten Bestandteile, die organischen Substanzen, das Chlor, die Härte, eventuell auch NH_3, N_2O_3, N_2O_5.

Abdampfrückstand.

250 ccm werden in einer kleinen, etwa 100 ccm fassenden Porzellanschale, welche vorher gewogen ist, auf dem Wasserbad — nicht über offenem Feuer — verdampft, die Schale mit dem Rückstand bei 100° getrocknet und gewogen. Die Differenz beider Gewichte gibt das Gewicht der in 250 ccm enthaltenen gelösten Substanzen an.

Das Gewicht der suspendierten Bestandteile erhält man, wenn man, wie eben angegeben, den Trockenrückstand von 250 ccm filtrierten und 250 ccm nicht filtrierten Wassers bestimmt; die Differenz sind die suspendierten Bestandteile.

Eine absolut genaue Methode zur Bestimmung der organischen Bestandteile ist nicht vorhanden; gebräuchlich sind die beiden folgenden:

1. Der Abdampfrückstand wird geglüht, der Glühverlust durch Wägung bestimmt; dieser Verlust entsteht aber nicht nur durch die Zerstörung der organischen Substanzen; es werden vielmehr beim Glühen auch anorganische Verbindungen angegriffen. Es sind dies die Ammoniak-, salpetrig- und salpetersauren Salze, die Erdalkalikarbonate und Chloride, deren Verlust durch Anfeuchten des Glührückstandes mit kohlensaurem Ammoniak und darauffolgendes Trocknen bei 100° teilweise wieder ersetzt werden kann. Der Glühverlust gibt daher nur annähernd die Menge der vorhandenen organischen Substanzen an.

Ebenfalls ungenaue Werte erhält man mittelst der zweiten, Kubel-Tiemann'schen sogenannten Chamäleon-Methode. Dieselbe beruht auf der Bestimmung der Menge Sauerstoff, welche zur Oxydation der im Wasser enthaltenen organischen Substanzen notwendig ist. Die Zersetzung der organischen Substanzen ist hiebei keine vollständige, da manche Verbind-

ungen überhaupt nicht angegriffen werden; andrerseits werden aber auch anorganische Verbindungen, wie die salpetrige Säure auf Kosten des Kaliumpermanganats zerstört, so dass also mit der Methode eigentlich nur die reduzierende Wirkung des Wassers auf Chamäleonlösung unter gewissen Verhältnissen bestimmt wird.

In einer Porzellanschale werden 100 ccm Wasser mit 5 ccm verdünnter (1:3 Wasser) Schwefelsäure und 10 ccm einer Chamäleonlösung zum Kochen erhitzt. Nach weiterem 5 Minuten langem Kochen setzt man 10 ccm einer genau bekannten Oxalsäurelösung hinzu, durch deren Oxydation die Chamäleonlösung reduziert und entfärbt wird, und titriert endlich mit der Kaliumpermanganatlösung bis zur wiederbeginnenden Rötung.

Dieses etwas umständliche Verfahren mit Benutzung von Oxalsäure ist deshalb notwendig, weil eine scharfe Titration mit Chamäleonlösung allein, wegen der nur allmählich und nicht gleichmässig eintretenden Zersetzung der verschiedenen organischen Verbindungen nicht möglich ist. Es wird deshalb das Wasser unter Verzicht der Bestimmung der Gesamtreduktionsgrösse nur eine bestimmte Zeit (5 Minuten) der Einwirkung des im Ueberschuss vorhandenen Kaliumpermanganats ausgesetzt und schliesslich dieser Ueberschuss durch Oxalsäure bestimmt, wodurch ein scharfes Endresultat erhalten wird.

Zur Titration verwendet man: 1. eine Oxalsäurelösung von welcher jeder Cubikcentimeter 0,1 mg Sauerstoff zur Oxydation benötigt (0,7875 gr Oxalsäure pro Liter). Die Umsetzung erfolgt nach der Formel $C_2O_4H_2 + O = 2\,CO_2 + H_2O$; 2. eine Chamäleonlösung, welche auf die Oxalsäurelösung durch Titration genau in der oben angegebenen Weise eingestellt ist und der Oxalsäure annähernd entspricht (0,4 gr $KMnO_4$ pro Liter). Die Oxydation verläuft nach folgender Gleichung: $2\,KMnO_4 + 5\,C_2O_4H_2 + 3\,H_2SO_4 = 10\,CO_2 + 2\,MnSO_4 + K_2SO_4 + 8\,H_2O$.

Als Resultat giebt man die zur Oxydation von einem Liter Wasser notwendigen mg O oder mg $KMnO_4$ an. Als »organische Substanzen« wurden früher nach dieser Methode gefundene Zahlen angeführt, die man durch Multi-

plikation der benötigten mg $KMnO_4$ mit dem Faktor 5 erhält.

Das Chlor ist im Wasser nicht als freies Chlor, sondern in den Chloriden (Chlornatrium, -Kalium, -Calciummagnesium) enthalten. Bei grösseren Mengen rührt es zumeist von dem mit dem Harn reichlich ausgeschiedenen Kochsalz her.

Es wird gewöhnlich bestimmt durch Titration mit einer Lösung von salpetersaurem Silber, von welcher jeder Cubikcentimeter 1 mg Cl = 1.65 mg Na Cl entspricht. Zur Herstellung der Lösung werden 4.788 mg $AgNO_3$ in einem Liter Wasser aufgelöst. Als Indicator verwendet man eine Lösung von einfach chromsaurem Kali.

Wird nämlich einer Lösung, welche Chloride und einfach chromsaures Kali enthält, Silbernitratlösung zugefügt, so wird zuerst das Chlor sämtlicher Chloride durch das Silber als Chlorsilber ausgefüllt ($NaCl + AgNO_3 = AgCl$ (weiss) $+ NaNO_3$) und erst nachher fällt rotbraunes Silberchromat ($K_2CrO_4 + 2 AgNO_3 = Ag_2CrO_4 + 2 KNO_3$) aus. Man führt daher die Chlorbestimmung des Wassers aus, indem man in einer Porzellanschale oder einem Becherglase, welches man auf ein Blatt weisses Papier gestellt hat, zu 100 ccm Wasser drei Tropfen einer neutralen, chlorfreien Lösung von Kaliumchromat hinzufügt und so lange von der oben angegebenen Silberlösung hinzusetzt, bis eine schwache Rotfärbung auftritt.

Unter Härte oder Gesamthärte versteht man die in einem Wasser enthaltenen Salze oder Erdalkalien; sie besteht aus der temporären oder vorübergehenden Härte, welche von den Bicarbonaten des Calciums und des Magnesiums gebildet wird, und der bleibenden oder permanenten Härte, von den Sulfaten, Nitraten und Chloriden herrührend.

Die die temporäre Härte bildenden gelösten doppeltkohlensauren Kalk- und Magnesiasalze fallen beim Kochen des Wassers aus, indem sich die unlöslichen einfach kohlensauren Salze bilden und Kohlensäure frei wird. $CaH_2(CO_3)_2 = CaCO_3 + CO_2 + H_2O$.

Die Härte wurde früher in Graden ausgedrückt und zwar verstand man in Deutschland unter einem Härtegrad die in 100 000 Teilen Wasser enthaltenen Teile Calciumoxyd (Ca O) und Magnesiumoxyd (Mg O), wobei letztere in die äquivalente Menge Ca O umgerechnet sind. Man führt jedoch jetzt in die Resultate von Wasseranalysen nur selten mehr den Begriff »Härte« ein, sondern giebt, wie bei den übrigen im Wasser enthaltenen Bestandteilen, an, wie viel mg Ca O und Mg O durch die Analyse gefunden worden sind.

Zur Härtebestimmung benutzt man das eigentümliche Verhalten der Seife im Wasser, das Bilden von Schaum nach vorausgegangenem Schütteln. Dies tritt ein, wenn sich unzersetzte Seife im Wasser vorfindet; sind viel Kalk- oder Magnesiasalze im Wasser vorhanden, so zersetzen diese zunächst die Seife

Salze der Erdalkalien + Seife (fettsaures Alkali) = Fettsaure Erdalkalien + Alkalisalze

es bilden sich unlösliche fettsaure Erdalkalien, welche ausfallen; beim Schütteln entsteht kein bleibender Schaum. Schaumbildung findet nur dann statt, wenn unzersetzte Seife im Wasser vorhanden ist. Auf diesem Verhalten beruht die Clarksche Härtebestimmung, zu welcher man eine Seifenlösung derart bereitet, dass genau 45 ccm derselben zur Sättigung von 12 mg Kalk in 100 ccm Wasser erforderlich sind, also 12 Härtegraden entsprechen.

Die Lösung wird aus 20 Teilen Kaliseife und 1000 Teilen 56% Alkohols bereitet und auf eine Lösung, die 0.559 reines Baryumnitrat im Liter enthält, eingestellt; in 100 ccm der letzteren Lösung ist die 12 mg Kalk äquivalente Baryummenge vorhanden. Bei Ausführung der Bestimmung werden 100 ccm des Wassers in einer 200 ccm fassenden Glasstöpselflasche unter allmählicher Zufügung der Seifenlösung so lange geschüttelt, bis ein bleibender Schaum entsteht. Aus der hierzu nötigen Menge der vorher eingestellten Seifenlösung ist die vorhandene Härte zu entnehmen.

Die Gesamthärte erhält man, indem man zur Bestimmung das ungekochte Wasser, die permanente Härte, indem man das Wasser nach dem Kochen und

Filtrieren zur Analyse verwendet. Die Differenz beider Zahlen giebt die vorübergehende Härte an.

Diese Methode giebt jedoch keine genauen Resultate; die gewichtsanalytische Bestimmung von CaO und MgO ist bedeutend zuverlässiger. Es werden 500 ccm Wasser mit HCl angesäuert auf etwa 150 ccm eingedampft; durch Zusatz von Ammoniak werden etwa vorhandene Kieselsäure, Eisenoxydhydrat und Thonerdeoxydhydrat ausgefällt, die dann abfiltriert werden müssen. Zum Filtrat setzt man Ammoniumoxalatlösung, durch welche die Kalksalze als oxalsaurer Kalk gefällt werden: $CaSO_4 + C_2O_4(NH_4)_2 = CaC_2O_4 + (NH_4)_2SO_4$.

Der Niederschlag wird abfiltriert, im Platintiegel auf dem Gebläse geglüht, wobei der oxalsaure Kalk in Calciumoxyd umgewandelt wird ($CaC_2O_4 + O = CaO + 2\,CO_2$) und gewogen.

Im Filtrat werden die Magnesiasalze durch Zusatz einer Lösung von Natriumphosphat und Ammoniak als phosphorsaure Ammoniakmagnesia gefällt. $MgSO_4 + Na_2HPO_4 + NH_3 = Mg(NH_4)PO_4 + Na_2SO_4$. Der Niederschlag wird abfiltriert und geglüht, wobei sich die phosphorsaure Ammoniakmagnesia in pyrophosphorsaure Magnesia umsetzt, $2\,Mg(NH_4)PO_4 = 2\,Mg_3P_2O_7 + 2\,NH_3 + H_2O$.

Zur quantitativen Bestimmung der Salpetersäure verwendet man gewöhnlich die volumetrische Methode von Marx-Trommsdorff, indem man die oxydierende Wirkung welche sie auf Indigolösung ausübt, bestimmt.

Die Indigolösung wird durch Auflösen von 1 Teil gepulvertem Indigotin in 6 Teilen rauchender Schwefelsäure hergestellt. Die Lösung wird dann in 40 Teile Wasser gegossen und weiterhin noch im Verhältnis von 1 : 30 verdünnt.

Man stellt darauf die Indigolösung auf eine Salpeterlösung von bekanntem Gehalt (1 ccm = 0.1 mg Salpetersäure, dargestellt durch Auflösen von 0.187 g Kaliumnitrat in 1 Liter Wasser) ein. Zu 10 ccm der Salpetersäurelösung, welche in einem Erlenmeyer-Kölbchen mit 15 ccm destillierten Wassers verdünnt werden, werden 25 ccm koncentrierte Schwefelsäure zugesetzt, wobei sich die Flüssigkeit stark erwärmt.

Man fügt dann schnell unter stetem Umschütteln aus einer Burette die Indigolösung zu, bis sich die Lösung grün färbt. Hat man hierzu auch wieder genau 10 ccm Indigolösung gebraucht, so ist diese so eingestellt, dass ebenfalls 1 ccm 1 mg $N_2 O_5$ entspricht, andernfalls muss sie entsprechend verdünnt werden.

Mit dieser Indigolösung wird die Titration des Wassers zur Bestimmung der Salpetersäure analog der eben beschriebenen Einstellung der Indigolösung vorgenommen. Nachdem man sich durch eine erste Titration von dem ungefähren Gehalt überzeugt hat, setzt man bei einer zweiten Bestimmung die zuerst verwandte Menge auf einmal zu, titriert weiter bis zur Grünfärbung, wobei man gewöhnlich etwas mehr Indigolösung braucht und berechnet aus der bei der zweiten Bestimmung notwendig gewesenen Menge Indigolösung den Gehalt an Salpetersäure.

Für genauere Bestimmungen der Salpetersäure empfiehlt sich die Anwendung der Methode von Schulze-Tiemann, bei welcher aus den salpetersauren Salzen durch Einwirkung von Salzsäure und Eisenchlorür Stickoxyd entwickelt wird, das man über ausgekochter Natronlauge auffängt und misst. Aus dem Stickoxyd berechnet man die im Wasser vorhandene Salpetersäure. Die Methode ist nicht leicht auszuführen.

Zur quantitativen Bestimmung des Ammoniaks benützt man eine Modifikation der pag. 159 angegebenen qualitativen Probe.

In 300 ccm Wasser werden durch Zusatz von Sodalösung und Natronlauge die alkalischen Erden ausgefällt. Von der überstehenden klaren Flüssigkeit werden 100 ccm in einen Cylinder gegossen, welcher so gross ist, dass die Höhe der Flüssigkeitsschicht etwa 20 Centimeter beträgt. Hierzu setzt man einen Cubikcentimeter Nessler'sches Reagens und vergleicht die auftretende Farbe mit den von bekannten, stark verdünnten Ammoniaklösungen, welche man in eben solche Cylinder eingefüllt und ebenfalls mit je einem ccm Nessler'schen Reagens versetzt hat.

In analoger Weise wird auch die colorimetrische Bestimmung der salpetrigen Säure ausgeführt.

100 ccm Wasser werden mit 1 ccm verdünnter Schwefelsäure und 1 ccm Jodzinkstärkekleister versetzt und die Intensität der hiebei auftretenden Bläuung mit der bei derselben Behandlung entstehenden Färbung von Lösungen mit bekanntem Gehalt an salpetriger Säure verglichen.

Es geben jedoch derartige colorimetrische Bestimmungen keine sehr genauen Resultate.

Bakteriologische und mikroskopische Wasseruntersuchung.

Ist schon bei der Probeentnahme für die chemische Untersuchung Vorsicht und Sauberkeit notwendig, weil sonst die Resultate jeden Wert verlieren, so ist noch mehr bei bakteriologischen Untersuchungen die genaueste Einhaltung der gegebenen Vorschriften eine unerlässliche Bedingung. Es muss das Wasser in sterilen Gefässen aufgefangen, steril aufbewahrt und bei einer Temperatur transportiert, resp. versandt werden, bei welcher eine Veränderung seines Bakteriengehalts nicht stattfindet.

Da zur bakteriologischen Untersuchung gewöhnlich nur wenige Cubikcentimeter Wasser benutzt werden, genügen kleine Glaskugeln mit angeschmolzenem Glasrohr, wie sie in Fig. 62 in etwa $^1/_5$ der natürlichen Grösse aufgezeichnet sind. Sie sind von Pasteur zur Luftuntersuchung, von Flügge für die bakteriologische Wasseruntersuchung empfohlen worden.

Fig. 62 Glaskugel für die bakteriologische Wasseruntersuchung (nach Flügge.)

Die Kugel wird erwärmt und dann das Ende der Glasröhre in destilliertes Wasser gehalten, wobei man die Kugel während des Abkühlens sich zur Hälfte mit Wasser vollsaugen lässt. Sie wird darauf über einer Spirituslampe oder einem Bunsenbrenner erhitzt, so lange, bis das Wasser nahezu ganz verdampft ist. In diesem Moment schmilzt man die Oeffnung der vorher ausgezogenen Glasröhre zu und hat ein steriles, luftleeres, nur mit Wasserdampf gefülltes Gefäss. Man braucht dann bei der Probeentnahme nur die obere Spitze der Glasröhre, nachdem das Ganze sorgfältig gereinigt ist, unter Wasser abzubrechen: das Wasser wird sofort in den luftleeren Raum eingesaugt. Vor dem

Transport wird die Spitze zugeschmolzen oder mit einem Stück Gummischlauch verschlossen, in dessen eines Ende ein kurzer Glasstab eingesteckt ist. Diese kleinen Verschlüsse sind vorher in Reagensröhrchen im Dampftopf zu sterilisieren.

Da nun der Bakteriengehalt eines den natürlichen Bedingungen entzogenen Wassers sehr stark zunimmt, sobald es bei einer einigermassen hohen Temperatur transportiert wird, müssen die kleinen Glaskugeln in Eis verpackt werden.

Vor ihrem Oeffnen werden sie wiederum sorgfältig äusserlich sterilisiert und darauf die Glasröhre bei ihrem Ansatz an der Kugel mit einer dreieckigen Feile angefeilt und abgebrochen; man entnimmt dann mit einer sterilen Pipette eine Anzahl Tropfen, vermischt sie mit Gelatine, giesst diese auf eine Platte aus oder macht Esmarch'sche Rollkulturen (s. diese), was wegen der Einfachheit dieser Methode besonders dort zu empfehlen ist, wo es nur auf eine Zählung der Bakterien ankommt.

Die weitere bakteriologische Untersuchung erfolgt nach den pag. 50 u. ff. angegebenen Methoden.

Bei Untersuchung verdächtiger Wässer auf Choleravibrionen ist das gewöhnlich anzuwendende Verfahren nicht sicher genug, weil eine zu kleine Menge Wassers, ein oder wenige Tropfen, als Ausgangspunkt der Untersuchung dienen und die Vibrionen meist nur in geringer Zahl im Wasser vorhanden zu sein pflegen. Man setzt dann zu möglichst grossen Wassermengen so viel Pepton und Kochsalz hinzu, dass von beiden eine 1%-Lösung entsteht, stellt das Wasser in den Brütofen bei 37° und untersucht diese Vorkultur weiter, wie dies Seite 33 bei Besprechung der Choleravibrionen angegeben ist. Es empfiehlt sich, das Wasser mit einer vorrätig gehaltenen koncentrierten Peptonlösung entsprechend zu verdünnen.

Die chemische und bakteriologische Untersuchung wird zumeist genügen, um ein Urteil darüber zu fällen, ob das untersuchte Wasser verunreinigt ist oder nicht. Handelt es sich jedoch darum, die Art der Verunreinigung zu bestimmen, so kann die mikroskopische Untersuchung wertvolle Anhaltspunkte bieten. Man lässt zu diesem Zweck das Wasser ab-

setzen und betrachtet den Bodensatz mit nicht zu starker Vergrösserung.

Sind in dem Präparat Pflanzenreste oder gekochte Stärkekörnchen vorhanden, so weist dies auf eine Einleitung von Küchenabfällen hin. Viel bedenklicher sind alle die Befunde, welche auf eine Verunreinigung durch Fäkalien schliessen lassen, so Muskelfasern, die bei Genuss von Fleisch häufig in den Fäces vorkommen, ferner die Eier von Darmparasiten des Menschen (Taenia solium, T. mediocanellata, Bothriocephalus latus, Ascaris lumbricoides, Anchylostomum duodenale, Oxyuris vermicularis, Trichocephalus dispar). Wo diese zu finden sind, muss das Wasser für den Genuss sowohl, als für den Wirtschaftsgebrauch ungeeignet genannt werden, da es dann nicht nur ekelerregend wirkt, sondern auch die Möglichkeit vorhanden ist, dass es die in den Fäces Kranker enthaltenen pathogenen Bakterien birgt.

Wasserversorgung.

Zur Deckung des Wasserbedarfs dient

1. das Meteorwasser,
2. das Fluss- und Seewasser,
3. das Grundwasser.

Das Meteorwasser — Regen, Schnee, Hagel — entsteht durch Verdunstung des Wassers an der Erdoberfläche. Es wäre ganz rein und destilliertem Wasser gleich, wenn die Verdunstung und das spätere Niederfallen in einer nicht verunreinigten Atmosphäre stattfinden würde. Da dies nicht der Fall ist, nehmen die Niederschläge, worauf schon mehrfach aufmerksam gemacht wurde, die in der Luft enthaltenen Gase und staubförmigen Beimengungen in relativ beträchtlicher Menge beim Niederfallen auf. Das Meteorwasser enthält deshalb stets relativ nicht unbeträchtliche Quantitäten von Gasen, organischen Substanzen, Nitraten urd Nitriten. Abgesehen hiervon ist das Meteorwasser für eine Wasserversorgung vom hygienischen Standpunkte auch deshalb ohne Bedeutung, weil die fallenden Mengen zumeist zu gering sind und eine stetige Wasserentnahme nicht gestatten. Wert hat es nur für

kleinere technische Betriebe, welche ein von Kalksalzen freies Wasser benötigen.

Auch die Wasserversorgung durch Fluss- und Seewasser entspricht zunächst nicht den hygienischen Anforderungen. Derartiges Wasser ist von der äusseren Temperatur abhängig und infolgedessen im Sommer zu warm, als Getränk zu wenig erfrischend, im Winter zu kalt. Der offene Lauf der Flüsse gibt durch oberflächlichen Zufluss von Meteorwasser und Einleitung von städtischen Kanal- und Fabrik-Abwässern häufig zu Verunreinigungen Anlass, die dann das Wasser zum Genuss ungeeignet machen. Ganz besonders scheint auch durch die Schiffahrt das Wasser der Flüsse gefährdet zu werden, wie dies gerade die Beobachtungen der letzten Jahre gezeigt haben. Die Anzahl der Cholerafälle, welche bei Schiffern der verschiedensten Gegenden auftraten, ist relativ enorm hoch. Es muss daher vor dem Gebrauch eine Reinigung des Wassers vorgenommen werden. Dies geschieht derart, dass man das Wasser in grossen Teichen — Klär- oder Filterbassins — sammelt und durch Bodenschichten filtrieren lässt, wobei die Beimengungen zurückgehalten werden. Die Bodenschichten müssen in bestimmter Weise angeordnet sein; von oben nach unten (s. Fig. 63) folgen feiner und grober Sand, feiner und grober Kies. Die Poren selbst des feinsten Sandes sind aber immer noch zu gross, um die mikroskopisch kleinen pflanzlichen Beimengungen (Mikroorganismen) zurückhalten zu können. Es erfolgt erst eine ausreichende Filtration, wenn in der obersten Sandschicht durch die Vermehrung von Bakterien und Algen ein Filzwerk entstanden ist, welches das eigentliche Filter bildet. Diese Schicht muss aber von Zeit zu Zeit entfernt und das ganze Filtermaterial erneuert werden, wenn nicht ein „Durchwachsen“ der Pflanzen nach unten eintreten soll.

Figur 63 zeigt den Durchschnitt (schematisch) eines Filters des neuen Hamburger Wasserwerks. In der untersten Kieslage befinden sich die Zweigsammelkanäle, welche nur aus Ziegeln bestehen, in deren ausgesparte Schlitze das Wasser eindringt, von wo es dem Hauptsammelkanal zuströmt.

Richtig angelegte und betriebene Sandfilter bilden jetzt

das einzige Verfahren zur Filtration grösserer Mengen von Wasser. Sie arbeiten zwar nicht keimdicht, d. h. das filtrierte



Fig. 63.
Filter des Hamburger Wasserwerks.

Wasser enthält immer noch Mikroorganismen (50—100 pro ccm), ihre Leistungen genügen jedoch den Ansprüchen, wenn die Filtrationsgeschwindigkeit 100 mm pro Stunde nicht überschreitet. Auf das zuerst ablaufende Wasser muss verzichtet werden; man darf dasselbe erst benutzen, wenn nach Bildung der oben geschilderten in der obersten Sandschicht entstehenden Schlammschicht die Filtration richtig funktioniert. Die Leistung der Filter muss durch bakteriologische Untersuchungen überwacht werden, damit schlecht funktionierende Filter rechtzeitig ausgeschaltet werden können.

Der Filtrationsprozess hat auch auf die Temperatur des Wassers einen günstigen Einfluss; das Oberflächenwasser, welches von der Temperatur der Luft beeinflusst wird, erfährt beim Durchgang durch die verschiedenen Bodenschichten eine Veränderung der Temperatur; es wird im Sommer kühler, im Winter wärmer.

Das Meerwasser ist für Trinkwasserversorgungen wegen seines hohen Salzgehaltes (etwa 3⁰/₀) nicht verwendbar; auf Schiffen wird es durch Destillation geniessbar gemacht.

Am geeignetsten für eine Wasserversorgung ist das Grundwasser, welches sich nach Filtration durch mehr oder minder hohe Bodenschichten auf einer undurchlässigen Bodenschicht ansammelt (s. pag. 144).

Seine Hauptvorzüge sind Reinheit und gleichmässig angenehme Temperatur. Bei der Filtration durch spalten- und rissefreien Boden werden alle organisierten Verunreinigungen, auch die Bakterien zurückgehalten, weshalb das Grundwasser in bestimmter Tiefe (von der Beschaffenheit des Bodens abhängig) zumeist bakterienfrei oder jedenfalls sehr arm an Mikroorganismen ist.

Die Temperatur ist die des Bodens, in welchem es sich ansammelt; da bei der Tiefe, in der das Grundwasser gewöhnlich steht, die Bodentemperatur nur sehr geringe Schwankungen zeigt, (s. pag. 140) ist auch das Grundwasser stets gleichmässig kühl.

Nur ein Nachteil kommt dem Grundwasser, welches bestimmten Formationen entstammt — so dem Grundwasser der ganzen norddeutschen Tiefebene — zu, nämlich der oft nicht unerhebliche Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul $Fe\,CO_3$, welches in kohlensäurehaltigem Wasser löslich ist. Wird solches Wasser gepumpt, so trübt es sich allmählich an der Luft, weil nach dem Entweichen der freien Kohlensäure des Wassers das Eisencarbonat ausfällt. Später (in 1—2 Tagen) geht dieses durch Einwirkung des Sauerstoffs der Atmosphäre in Ferridhydrat über, welches sich zu bräunlichen Flocken zusammenballt und dann niedersinkt.

$$2\ Fe\,CO_3 + 3\,O + 3\,H_2O = 2\,Fe\,(OH)_3 + 2\,CO_3.$$

Eine weitere Veränderung des Wassers tritt nicht mehr ein.

Durch dieses Verhalten des eisenhaltigen Wassers ist es zur Wasserversorgung nicht zu gebrauchen. Die auftretenden Trübungen machen es als Trinkwasser unappetitlich, dann auch für manche Industrien nicht geeignet. Es muss deshalb das Eisen, nachdem das Wasser gepumpt ist, entfernt werden. Hierzu wird jetzt zumeist ein Verfahren von Piefke verwandt, welches dem Wasser in kurzer Zeit ausgiebige Gelegenheit zur Abgabe von Kohlensäure und Aufnahme von Sauerstoff gibt; das dann entstehende $Fe(OH)_3$ wird entfernt.

Wie Fig. 64 zeigt, fliesst das gepumpte Wasser durch die Röhre *a* auf eine Tasse *b*, breitet sich aus und fällt glockenartig auf die durchlochte Platte *e* herab. Hierauf tritt das Wasser in feinen Strahlen in einen grossen mit Cokesstücken

gefüllten Cylinder, den Lüfter, wo es Gelegenheit hat, weite Flächen zu benetzen u. sich seiner freien CO_2 zu entledigen. Die mitgerissene Luft verwandelt das ausgefallene $Fe\,CO_3$ in $Fe\,(OH)_3$, welches zum Teil im Cokeslüfter zurückgehalten wird. Das Wasser tritt weiter durch den durchlochten Boden *c*, auf welchem die Cokesstücke aufgelagert sind, in die Kammer *K* und von dort durch die Röhre *d* auf ein gewöhnliches Sandfilter, wo das noch mitgerissene $Fe(OH_3)$ zurückbleibt. Das von Eisen befreite Wasser sammelt sich dann schliesslich im Reservoir *R* an.

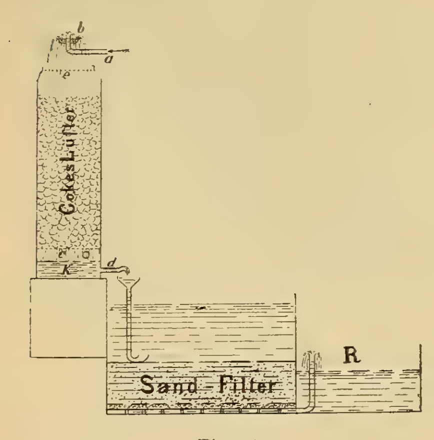


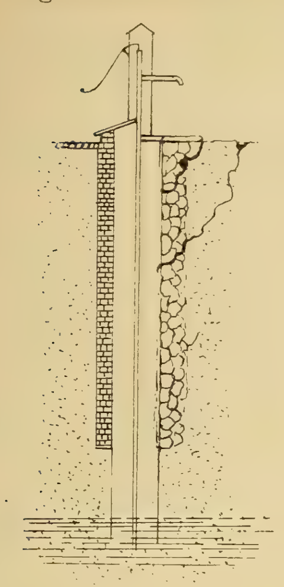
Fig. 64.
Enteisenung des Grundwassers nach Piefke.

Tritt Grundwasser natürlich zu Tage, so bezeichnet man dies als Quelle. Solche Quellen werden gefasst, d. h. das Wasser wird in Röhren aufgefangen, die es dann zum Versorgungsbezirk hinleiten.

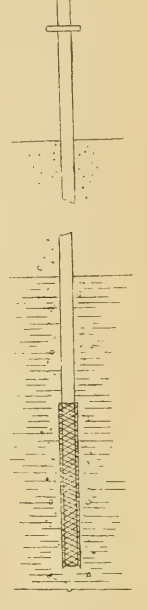
Wo natürliche Quellen nicht vorhanden sind, muss das Wasser durch Anlage von Brunnen künstlich gehoben werden.

Man unterscheidet nach der Art der Anlage des Brunnens Kessel- und Röhrenbrunnen. Die Kesselbrunnen (Fig. 65) sind meist 1—2 m breite, bis in das Grundwasser hineinragende Schachte. Sie sollen in ihrem oberen Teil (etwa 4 m) wasserdicht ausgemauert sein, wie dies in dem linken Teil der Figur 62 angegeben ist, und es muss auch die Mauerung circa 10—15 cm über die umgebende Erdoberfläche herausgeführt werden. Die Oeffnung des Kesselbrunnens ist mit einer gut schliessenden Platte zu bedecken. Damit auch längs der äusseren Wandung des Schachtbrunnens Verunreinigungen nicht herabfliessen und in den Brunnen gelangen, ist die Schachtwandnng mit einer 20—40 cm dicken Lehmschicht zu umgeben, wenn der Boden, in welchen der Brunnen

eingesenkt ist, nicht selbst aus dichtem Lehm besteht. Wird der obere Teil eines Kesselbrunnens nicht wasserdicht gebaut (s. den rechten Teil der Zeichnung) so kann oberflächlich ablaufendes Spülwasser direkt, oder als sogenanntes Sickerwasser, nachdem es nur durch eine kurze Bodenstrecke filtriert ist, durch die Fugen der Mauern oder an der Mauer entlang in den Brunnen gelangen; der Brunnen ist dann vor Verunreinigungen nicht gesichert.


Fig. 65.
Kesselbrunnen.

Das Wasser wird mit einer Pumpe aus dem Brunnenschachte heraufgehoben. Die Brunnen sind von Zeit zu Zeit zu reinigen.


Fig. 66.
Röhren- oder abessinischer Brunnen.

Fast ganz ausgeschlossen ist die Gefahr der Verunreinigung durch oberflächliche Zuflüsse bei den Röhren oder abessinischen Brunnen (s. Fig. 66). Sie bestehen aus einem eisernen, am unteren Ende mit kleinen Oeffnungen versehenen Rohr, welches bis in die Grundwasser führende Schicht durch den Boden hindurch eingeschlagen wird. Die oberflächlich ablaufenden Wasser müssen dann stets, ehe sie zu den Oeffnungen des Rohres gelangen, durch eine weite Bodenschicht hindurchfiltrieren, wobei alle Verunreinigungen zurückgehalten werden, wenn nicht der Boden sehr grobporig (grober Kies) ist oder Risse enthält.

Bei Röhrenbrunnen, welche, wie gesagt, der Gefahr einer Verunreinigung kaum ausgesetzt sind, ist eine Desinfektion meist unnötig. Sollte dieselbe doch notwendig sein, so genügt ein einfaches Auspumpen und gründliche mechanische Säuberung des Rohres mit einer Bürste, in bedenklichen Fällen das Eingiessen einer Schwefelsäure—Carbolsäuremischung

(C. Fränkel). Viel schwieriger gestaltet sich die Desinfektion eines Kesselbrunnens. Als noch zweckmässiger als die gründliche Desinfektion mit Aetzkalk ist das Einpumpen von strömendem Dampf mit einer Lokomobile erprobt worden.

Centralwasserversorgung.

Bei kleineren Ortschaften oder einzeln stehenden Häusern wird es zumeist genügen, wenn durch Anlage guter Brunnen eine Beschaffung reinen Wassers jederzeit möglich ist. Grössere Städte müssen aber stets eine grössere Menge Wasser vorrätig haben, damit auch in den Stunden hohen Bedarfs, so besonders bei Feuersgefahren oder bei momentanem Versagen der Wasserversorgung kein Mangel eintreten kann. Es ist daher die Anlage von Centralwasserversorgungen mit Reservoiren ein dringendes Bedürfnis. Diese sollen so gross sein, dass sie den gewöhnlichen Bedarf für 24 Stunden fassen können; sie müssen so gelagert sein, dass von ihnen aus das Wasser durch natürlichen Druck in die höchst gelegenen Wohnungen des betreffenden Versorgungsbezirkes fliesst. Endlich muss die Anlage Schutz vor der Aussentemperatur gewähren; das Wasser darf im Sommer nicht zu heiss, im Winter nicht zu kalt werden. Die gemauerten Reservoire (s. Fig. 67) sind daher ringsum mit Boden zu umgeben und die Bedeckung der Oberfläche ist zu bepflanzen. Vor Verunreinigung geschützte Ventilationsrohre müssen das Reservoir mit der Aussenluft in Verbindung setzen. Vom Reservoir aus gehen gusseiserne Rohre zu den Häusern, in deren einzelne Stockwerke das Wasser durch Bleirohre befördert wird. Diese sind nicht zu umgehen, weil die vielen Winkel einer Hausleitung nur schwer gusseiserne Rohre zu verwenden gestatten.

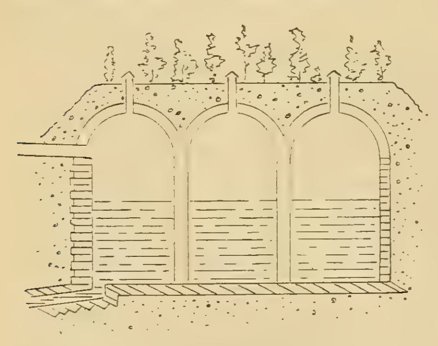


Fig. 67.
Gemauertes Reservoir.

Unter bestimmten Verhältnissen, wenn das Wasser sehr rein, wenn ferner Luft in den Röhren neben Nitraten und Chloriden enthalten ist, besonders aber wenn der Gehalt an freier Kohlensäure so gross ist, dass Rosolsäure entfärbt wird, und das Wasser lange in den Röhren steht, kann sich Bleihydrat bilden und der Genuss solchen Wassers zu Vergiftungen führen. Begünstigt die Zusammensetzung des Wassers diese Möglichkeit, so ist die Bevölkerung darauf aufmerksam zu machen, dass sie am Morgen das Wasser, welches während der Nacht in den Röhren gestanden hat, unbenützt abfliessen lässt, eventuell sind die Bleiröhren möglichst zu vermeiden.

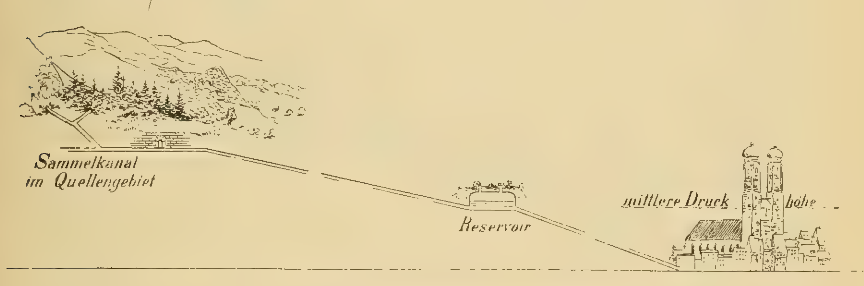


Fig. 68. Wasserversorgung von München.

Für die Anlage von Centralwasserversorgungen ist es am günstigsten, wenn in nicht zu weit entfernten Gebirgsgegenden die Quellen gefasst, in Sammelkanälen gesammelt, durch natürlichen Druck dem Hochreservoir und von diesem dem Versorgungsgebiet zufliessen können. Auf diese Weise ist es am leichtesten und billigsten, eine allen Anforderungen genügende Anlage zu schaffen. Die Fig. 68—70 zeigen die Hochquellen-Wasserversorgung von München. In der ersten Skizze sind die Höhen im Verhältnis von 1 : 6000 genau wiedergegeben. Das im Quellengebiet im Mangfallthal etwa 40 Kilometer von der Stadt gesammelte Wasser fliesst durch natürlichen Druck den etwa 10 Kilometer von der Stadt entfernten beiden Reservoiren zu, von wo aus es in die Stadt geleitet wird.

Die Art der Quellenfassung ist aus den beiden Skizzen (Fig. 69—70) zu ersehen. Fig. 69 zeigt, wie das auf der undurchlässigen Flinzschicht sich ansammelnde Grundwasser

einem Bache, der Mangfall, zufliesst. Aus Fig. 70 ist zu ersehen, wie das Grundwasser in dem auf der undurchlässigen Schicht aufgebauten Quellenstollen (Querschnitt) aufgefangen und durch Abzweigstollen (Längsschnitt) dem Sammelstollen (Querschnitt) zugeführt wird. Bei einer derartigen Beschaffung von Wasser ist natürlich eine jede Verunreinigung ausgeschlossen.

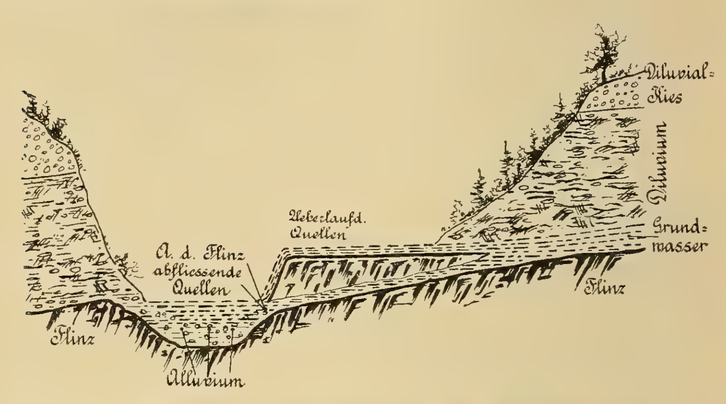


Fig. 69. Querprofil durch das Mangfallthal **vor** der Quellenfassung (nach Peve).

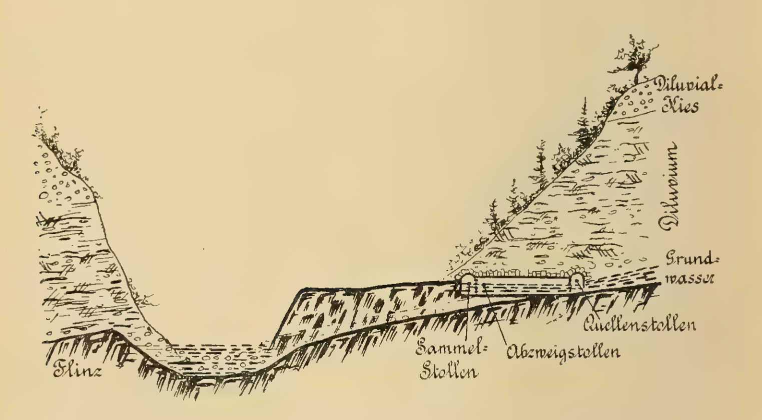


Fig. 70. Querprofil durch das Mangfallthal **nach** der Quellenfassung (nach Peve).

Fig. 71 stellt die Wasserversorgung von Landshut i./B. dar, (Höhenverhältnisse 1 : 6000) bei welcher das dem Gebirge entströmende Grundwasser in Pump-Brunnen gesammelt, durch Maschinen aber erst nach den auf einer Anhöhe gelegenen

Reservoiren gepumpt werden muss. Von dort fliesst es wieder mit natürlichem Druck in das Versorgungsgebiet (Typus 2). In den beiden Figuren 68 und 71 ist die mittlere Druckhöhe des Wassers in dem Versorgungsgebiete durch eine punktierte Linie angegeben.

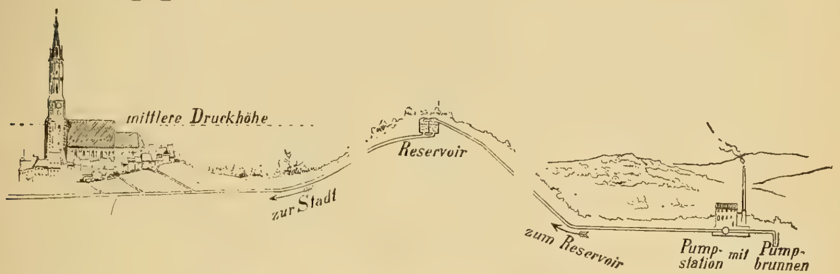


Fig. 71. Wasserversorgung von Landshut.

Der dritte Typus einer Centralwasserversorgung ist in Fig. 72 wiedergegeben, welche das Hamburger Wasserwerk darstellt. Das Wasser wird dem Flusse (Elbe) entnommen, in Ablagerungsbassins übergeführt, wo es 15—30 Stunden stehen bleibt, während welcher Zeit ein grosser Teil der im Wasser enthaltenen Verunreinigungen zu Boden sinkt. Von dort wird das so gereinigte Wasser den Filterbassins (s. Fig. 72) zugeleitet. Nach der Filtration fliesst es durch den unterirdischen Reinwasserkanal zum Reservoir und zum Pumpwerk. Durch das Pumpwerk wird das Wasser in das Versorgungsnetz der Stadt eingepumpt.

Wo ein einwandfreies Wasser aus naheliegenden Gegenden nicht zugeführt werden kann, wo ferner die lokalen Verhältnisse es nicht gestatten, dass die Stadt mit Flusswasser versorgt wird, muss Grundwasser gepumpt, eventuell gesammelt, durch ein Pumpwerk im Rohrnetz verteilt werden.

Es bedarf kaum der Ewähnung, welchen Vorteil für eine Stadt eine Wasserversorgung wie die Münchens (Typus 1) bietet, bei welcher das reine Gebirgswasser ohne alle Klärungen und Filtrationen nur gesammelt zu werden braucht und ohne Maschinen dem Versorgungsgebiet zugeführt werden kann.

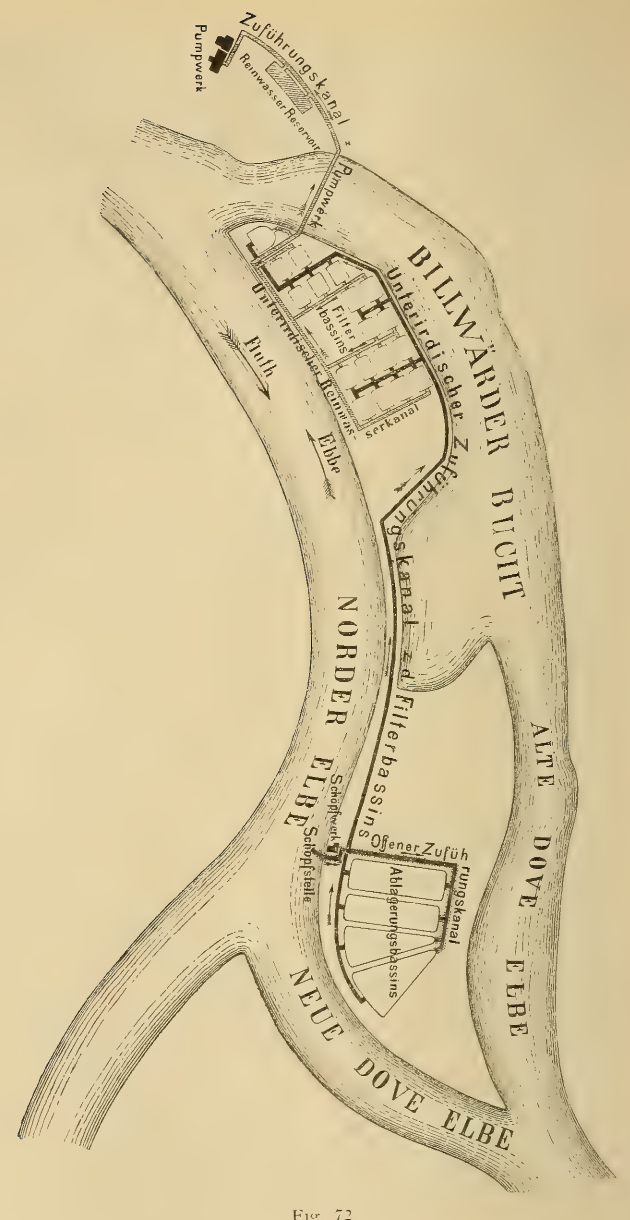


Fig. 72.
Hamburger Wasserwerk
(nach Meyer).

Eis.

Für Nahrungszwecke sollte nur solches Eis verwandt werden, welches aus reinem Wasser dargestellt wird, da man ja auch zum Kochen und Reinigen der Geschirre kein unreines Wasser benützen darf. Wie diesbezügliche Untersuchungen ergeben haben, zeigt das besonders in grösseren Städten aus verunreinigten Flüssen stammende Eis häufig nicht die erforderliche Reinheit. Das Schmelzwasser derartig gewonnenen Eises ist reich an Bakterien.

Eine Verbreitung von Infektionskrankheiten durch Eis ist höchst unwahrscheinlich, da die pathogenen Bakterien in demselben gewöhnlich schnell zu Grunde gehen (Choleravibrionen nach circa 3 Tagen).

Ebenfalls für die Existenz pathogener Mikroorganismen nicht günstig sind die

künstlichen Mineralwässer.

Aber auch zu ihrer Herstellung ist die Verwendung eines reinen Wassers zu verlangen, wenn es auch durch Untersuchungen erwiesen ist, dass die pathogenen Bakterien in kohlensäurehaltigen Wässern sehr schnell absterben.

Der Zusammenhang der Entstehung der Verbreitung von Infektionskrankheiten mit der Wasserversorgung.

Ob und in welcher Ausdehnung durch Wasser Infektionskrankheiten verbreitet werden können, ist die Frage, über welche eine Uebereinstimmung unter den Hygienikern nicht existiert.

Schon lange, ehe noch die spezifischen Erreger infektiöser Krankheiten gefunden und isoliert waren, ist man der Ansicht gewesen, dass das Wasser an der Verbreitung von Epidemien öfters beteiligt ist. Hiefür sprach das Erkranken von Personen, welche aus einem Brunnen getrunken hatten, der nachweislich mit Fäkalien eines Kranken verunreinigt war, während andere, welche unter denselben Verhältnissen lebten, aber zufälliger Weise vom Wasser dieses Brunnens

nicht getrunken hatten, von der Krankheit nicht ergriffen wurden. Wiederholt wurde auch beobachtet, dass bei verschiedenen centralen Wasserversorgungen einer Stadt diejenigen Häuser, welche an die eine der Versorgungen angeschlossen waren, Erkrankungen aufzuweisen hatten, während die Bewohner der an den übrigen Leitungen angeschlossenen Häuser nicht oder in viel geringerer Anzahl erkrankten und dass weiterhin mit dem Schluss der verdächtigen Wasserversorgung auch die Epidemie erlosch.

Eines der interessantesten Beispiele in dieser Beziehung bildet die letzte Cholera-Epidemie von Hamburg im Jahre 1892. Die beiden Städte Hamburg und Altona stossen, wie Fig. 73 zeigt, dicht an einander an; die Strassen der einen Stadt bilden die Fortsetzung der Strassen der anderen. Die Grenzgebiete liegen auf demselben Boden, haben annähernd dieselbe Wohnungsdichtigkeit; ihre Bewohner leben unter denselben Verhältnissen und werden nur durch verschiedene



Fig. 73 (nach Deneke.)

Wasserversorgungen mit Wasser versorgt. Wenn nun, wie Figur 73 zeigt, in dem Hamburger Teil des Grenzgebietes die Cholera häufig auftrat, in dem Altonaer Teil aber

relativ selten — von einem Teil der Altonaer Fälle konnte überdies nachgewiesen werden, dass sie von Hamburg eingeschleppt waren — so kann man dieses „Halt-machen der Cholera an der politischen Grenze“ nur damit erklären, dass der Choleraкeim durch die Hamburger Wasserleitung, welche unfiltriertes Elbewasser führte, verbreitet wurde und dass bei der Hamburger Epidemie das Wasser eine entscheidende Rolle spielte.

Während diese und andere Epidemien nicht nur für die Möglichkeit, sondern sogar für eine an Gewissheit grenzende Wahrscheinlichkeit einer Verbreitung von Infektionskrankheiten durch das Wasser sprechen, ist von den Gegnern der sogen. Trinkwassertheorie, hauptsächlich von Pettenkofer, deren Richtigkeit sehr heftig angegriffen worden.

Pettenkofer zeigte an einer grösseren Anzahl von Beispielen, dass die Einführung eines reinen, unverdächtigen Wassers das Verschwinden infektiöser Erkrankungen zunächst nicht zur Folge habe, dass dieses vielmehr mit der Einrichtung von Kanalisationen, welche die weiteren Bodenverunreinigungen verhinderten, zusammenfiele.

So hat in München die Einführung reinen Wassers (s. Fig. 57) keinen sichtbaren Einfluss auf die Abnahme der Typhusfrequenz gehabt, während diese letztere mit der fortschreitenden Kanalisation stetig abnahm. Aehnlich liegen auch die Verhältnisse in Danzig, welche durch die beistehende Kurve (Fig. 74) illustriert werden. Die Einführung des Quellwassers im Jahre 1869 hat zwar zunächst auch schon ein Absinken der Typhussterblichkeit zur Folge gehabt, dem aber bald darauf im Jahre 1871 ein nochmaliges Ansteigen folgte. Erst seit Eröffnung der Kanalisation im Jahre 1872 ist die Typhussterblichkeit andauernd herabgesunken.

Es wurde ferner in verschiedenen Städten nachgewiesen, dass dort, wo die Brunnen besonders stark verunreinigt waren, die Erkrankungen selten, in der Nähe von Brunnen mit reinem Wasser aber häufiger zu beobachten waren, dass also das Auftreten von Krankheitsfällen nicht immer mit der Verunreinigung des Wassers zusammenfällt.

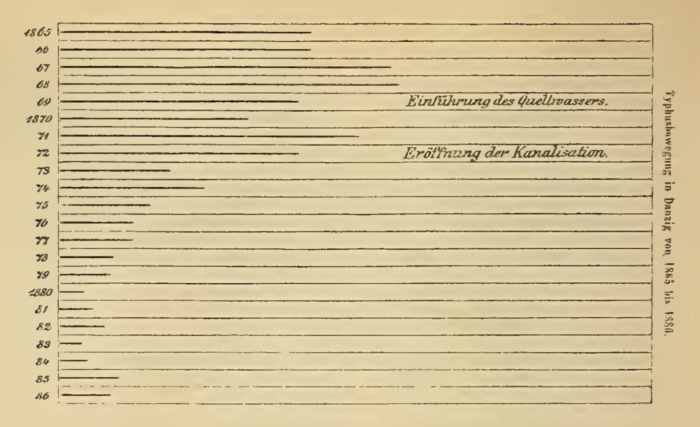


Fig. 74.

Auch der neueren Bakteriologie ist es noch nicht ganz gelungen, wünschenswerte Einigkeit in den Anschauungen der Hygieniker über die Bedeutung des Wassers beim Ausbruch und bei der Verbreitung von Typhus und Cholera zu schaffen.

Es ist sicher gestellt, dass sich pathogene Bakterien im Wasser einige Zeit (Tage und sogar Wochen) lebend erhalten können und muss deshalb die Möglichkeit zugegeben werden, dass der Genuss von Wasser, in welches vorher von Kranken stammende, die spezifischen Krankheitserreger enthaltende Fäkalien eingeleitet wurden, die Krankheit hervorrufen kann.

Die Wahrscheinlichkeit wird um so geringer, je grösser der zeitliche Zwischenraum zwischen Infektion und Genuss des Wassers, da, wie schon gesagt, die pathogenen Mikroorganismen sich im Wasser gewöhnlich nicht lange lebend erhalten, weil sie die für ihr Bestehen und ihre Vermehrung notwendigen Bedingungen nicht finden. Es ist weiterhin zweifelhaft, ob pathogene Bakterien, wenn sie im Wasser, also in einem für ihre Existenz ungünstigen Medium, einige Zeit gelebt haben, noch infektionstüchtig, d. h. im stande sind, den menschlichen Organismus krank zu machen, wenn es auch noch gelingt, sie auf einem für sie günstigen Nährsubstrat zu züchten.

Auch ist zu berücksichtigen, dass die Infektionserreger, wenn sie in offene Gewässer gelangen, bald so stark verdünnt werden, dass dann bei Genuss des inficierten Wassers Krankheiten nicht mehr entstehen können.

Der Nachweis pathogener Bakterien im Wasser ist bisher in relativ seltenen Fällen geglückt. Das seltene Auffinden von pathogenen Bakterien im Wasser ist jedoch kein Beweis gegen die Richtigkeit der Trinkwassertheorie, weil erst in neuester Zeit die Untersuchungsmethoden vereinfacht und weil man ja gewöhnlich erst n a c h Ausbruch einer Epidemie das Wasser zu untersuchen beginnt, wenn die Infection schon längst vorüber ist; man darf daher aus einem negativen Befund bei Untersuchung eines Wassers nicht den Schluss ziehen, dass nicht doch einige Tage oder Wochen v o r h e r pathogene Mikroorganismen vorhanden waren.

Fasst man alle Thatsachen, welche über den Zusammenhang der Wasserversorgung mit der Entstehung und Verbreitung von Infektionskrankheiten vorliegen, zusammen, so kommt man zu dem Resultat, dass sich bei manchen Epidemieen das Gebiet einer bestimmten Wasserversorgung mit dem Gebiet der aufgetretenen Epidemieen (Typhus und Cholera) deckt und dass in diesen Fällen das Wasser mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit als hauptsächliche Ursache der Epidemie betrachtet werden muss. Es hat deshalb bei der vorhandenen M ö g l i c h k e i t der Krankheitserregung durch inficiertes Trink- und Gebrauchswasser die öffentliche Gesundheitspflege für ein reines, unverdächtiges Wasser Sorge zu tragen.

Die Beurteilung einer Wasserversorgung darf nicht auf Grund chemischer und bakteriologischer Untersuchungen allein erfolgen. Durch diese kann man zwar ein Urteil über den momentanen Zustand des geschöpften und untersuchten Wassers, nicht aber darüber erhalten, ob der betreffende Brunnen, ob die fragliche Versorgungsanlage stets Wasser von derselben Qualität liefern wird.

Das Resultat besonders der bakteriologischen Untersuchung von Wasserproben ist deshalb stets mit Vorsicht aufzunehmen. Der Befund zahlreicher Bakterien beweist noch

nicht, dass die Anlage eine schlechte und dass das Grundwasser, welches den Brunnen speist, Verunreinigungen ausgesetzt ist, weil sich an den Wandungen und im Boden gewisse Wasser-Bakterienarten festsetzen und stark vermehren können, ohne dass deshalb das Wasser schlecht oder die Anlage als eine bedenkliche bezeichnet werden könnte.

Andrerseits zeigt ein günstiges Resultat nur, dass zur Zeit eine Verunreinigung nicht vorhanden ist, nicht aber, dass die Anlage eine derartige ist, dass man jede Möglichkeit einer Verunreinigung ausschliessen kann.

Nach dem heutigen Standpunkte der Hygiene ist viel wichtiger noch als die chemische und bakteriologische Wasseranalyse die genaue Inspektion der Versorgungsanlage. Bei Brunnen wird man sich davon überzeugen müssen, dass die Anlage eine richtige, die Wandungen undurchlässig, die Oberfläche gut abgedeckt, vor dem direkten Eindringen von Spülwasser u. s. w. gesichert ist. Man muss weiter daranf achten, dass in nächster Nähe nicht Abortanlagen vorhanden sind, von denen pathogene Bakterien in das Wasser übergehen können. Von Wichtigkeit ist auch die Erhebung, wie hoch das Grundwasser zu steigen pflegt, ob bei höchstem Grundwasserstand die Höhe der über dem Grundwasser befindlichen Bodenschichten bei der Zusammensetzung (Porosität) des Bodens zur genügenden Filtration und Zurückhaltung aller Keime ausreicht.

Bei Brunnen ist es ferner notwendig, sich nicht nur auf eine Inspektion der Oberfläche und Umgebung zu beschränken, sondern auch, eventuell nach vorgenommener Auspumpung des Brunnens, in den Brunnen hineinzusteigen und seine Wandungen auf etwa vorhandene Risse u. s. w. genau zu untersuchen. Dies muss besonders dann geschehen, wenn die Umgebung des Brunnens eine nicht ganz unbedenkliche ist.

Centrale Wasserversorgungen werden zumeist ihr Wasser aus Gegenden entnehmen, die nicht bewohnt sind, die daher auch eine Verunreinigung des Wasser ausschliessen. Dann ist nur noch dafür zu sorgen, dass die Leitungen und das Reservoir so angelegt sind, dass eine Verunreinigung des Wassers nicht stattfinden kann.

Apparat und Verfahren zur Sterilisierung von Wasser.

Ist die Beschaffung eines unverdächtigen Wassers nicht möglich, oder ist die Wahrscheinlichkeit oder auch nur Möglichkeit vorhanden, dass das Wasser die Ursache einer aufgetretenen Infektionskrankheit ist, so muss alsbald für die Beschaffung eines sicher keimfreien Wassers gesorgt werden. Man kann dies auf zweierlei Art erreichen. Erstens durch Kochen des Wassers, zweitens durch Filtration unter Anwendung besonderer Filter.

Durch das Kochen des Wassers verliert dieses stets an Wohlgeschmack, besonders, wenn es nicht wieder vollständig gekühlt wird. Das Kochen und Abkühlen in einzelnen Töpfen erfordert viel Zeit, Arbeit und Kosten, weshalb vor einigen Jahren von W. v. Siemens ein Apparat angegeben wurde, mit welchem man das Wasser ununterbrochen kochen und sofort wieder abkühlen kann. Die dem gekochten Wasser innewohnende Wärme wird bei der Abkühlung dem zu kochenden Wasser zugeführt, wodurch die Kosten des Kochens erheblich eingeschränkt werden. Die Konstruktion des Apparates ist aus Fig. 75 ersichtlich. Von der Wasserleitung strömt das Wasser in das Wärmeaustausch- resp. Abkühlungsgefäss, von diesem in das Kochgefäss. Nach dem Kochen fliesst es durch das zweite im Wärmeaustauschgefäss liegende Röhrensystem, wo es die aufgenommene Wärme grösstenteils wieder abgibt und mit einer Temperatur ausströmt, welche nur wenige Grade höher ist, als die des Leitungswassers. Wird der Apparat in richtiger Weise in Betrieb gesetzt, so liefert er ein von lebenden, pathogenen Keimen freies Wasser.

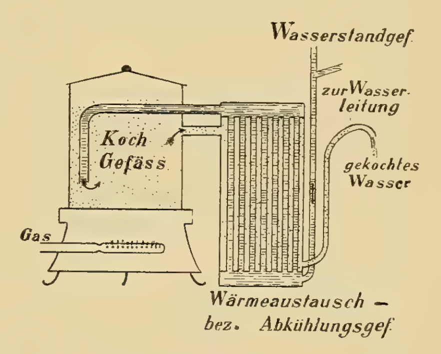


Fig. 75.
Apparat zur Sterilisisation von Wasser nach Siemens.

Bei der F i l t r a t i o n mit sogenannten H a u s f i l t e r n sollen die Bakterien nicht abgetötet, sondern nur vom Filter zurück-

gehalten werden. Die meisten der empfohlenen Hausfilter sind unzuverlässig. Ein keimfreies Filtrat liefern nur die Pasteur-Chamberland'schen Tonfilter und die Berkefeld'schen Kieselguhrfilter (aus gebrannter Infusorienerde), aber auch nur kurze Zeit. Später findet ein Durchwachsen der Bakterienarten statt, welche im Wasser gedeihen und die für ihr Fortkommen nötigen Bedingungen finden. Die für den Menschen gefährlichen Bakterien (Typhusbacillen und Choleravibrionen) sind jedoch unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht im stande, die soeben genannten Filter, sobald fehlerfreie Apparate in Anwendung kommen, zu durchwachsen.

Fig. 76 zeigt ein solches Berkefeldfilter. Das kerzenförmige Filter FF ist absolut dicht in einen Glascylinder CC eingekittet. Das in den Cylinder eingegossene Wasser kann nur durch die Poren in den centralen Kanal der Kerze, und von dort in die darunter befindliche Flasche einfliessen. Saugt man bei L Luft aus der Flasche, so wird durch Erniedrigung des Druckes in der Flasche die Filtration beschleunigt.

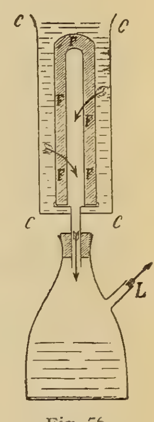


Fig. 76.
Berkefeld'sches Kieselguhrfilter.

Unter den verschiedenen Verfahren durch Zusatz von Chemikalien (Desinficientien) ein keimfreies Wasser zu erhalten, hat nur der von M. Tranke gemachte Vorschlag allgemeine Anerkennung gefunden. Bei Anwendung desselben wird Chlorkalk in sehr geringer Menge 0,004 gr enthaltend 0,001 gr wirksames Chlor einem Liter Wasser zugesetzt und später der überschüssige Chlorkalk durch einen Zusatz von Natriumsulfit 0,002 gr entfernt. Bei sehr verunreinigten Wässern muss jedoch eine erheblich grössere Menge von Chlorkalk zugefügt werden. (Lode).

Litteratur: Wolffhügel, „Wasserversorgung"; „Handbuch der Hygiene" von Pettenkofer und Ziemssen; Tiemann und Gärtner, „Untersuchung des Wassers"; Koch, „Wasserfiltration und Cholera", Zeitschrift für Hygiene, Bd. 14; Pettenkofer, „Cholera-Epidemiologisches; Meyer A., „Das Wasserwerk von Hamburg"; Gruber, „Die Grundlagen der hygienischen Beurteilung des Wassers". Viertelj. f. öff. Ges. 1893; Gärtner, „Hygiene des Trinkwassers", Journ. f. Gasbeleucht. u. Wasserversorgung 1894.

Wohnung.

Die klimatischen Verhältnisse, denen wir ausgesetzt sind, bedingen es, dass wir den bei weitem grössten Teil des Tages in geschlossenen Räumen und nicht im Freien zubringen. Der Aufenthalt wird nur dann den genügenden Schutz vor den äusseren Gefahren, welche vermieden werden sollen, bieten und keine weiteren Schäden erzeugen, wenn der Aufenthaltsort bestimmten Anforderungen genügt.

Die Häuser, welche die Arbeits-, Wohn- und Schlafräume enthalten, müssen derart eingerichtet sein, dass die durch die Lebensäusserung der Menschen, wie der ihn umgebenden Tiere, wie endlich durch die Thätigkeit des Menschen entstehenden Veränderungen unserer Umgebung — Luft, Wasser, Boden — keinen für das Wohlbefinden der Menschen unangenehmen, für seine Gesundheit gefährlichen Grad erreichen.

Dass durch das enge Zusammenwohnen von Menschen die Gefahr für Gesundheit und Leben des Einzelnen eine erhöhte, ist von vornherein verständlich, aber auch durch vielfache Statistiken zahlenmässig festgestellt worden.

Die hier nebenstehende Tabelle von v. Philippovich nach statistischen Erhebungen zusammengestellt, zeigt, um ein Beispiel anzuführen, dass die Bewohner derjenigen Bezirke Wiens, in welchen ungünstige Wohnungsverhältnisse vorhanden sind, in denen die grösste Zahl übervölkerter Wohnungen anzutreffen ist, auch die höchste Sterblichkeit haben und umgekehrt.

Uebersicht über Wohnungsverhältnisse und Sterblichkeit in den einzelnen Bezirken Wiens.

Von 100 Bewohnern wohnten in Wohnungen bestehend in 1—2 Räumen		Von 100 Wohnungen werden übervölkert (4 und mehr Personen auf einen Raum) angetroffen		Von 1000 Einwohnern sind 1891 gestorben	
im Bezirk	Bewohner	im Bezirk	Wohnungen	im Bezirk	Personen
X. Favoriten	61.51	X. Favoriten	8.94	X. Favoriten	35.0
XVI. Ottakring	60.84	IX. Simmering	8.78	XI. Simmering	32.3
XII. Meidling	60.47	XII. Meidling	8.28	XVI. Ottakring	32.0
XI. Simmering	54.82	XVI. Ottakring	7.20	XII. Meidling	31.3
XIV. Rudolfshm.	50.81	XVII. Hernals	6.56	XIII. Hietzing	30.1
XVII. Hernals	49.76	XIV. Rudolfshm.	6.26	XVII. Hernals	28.4
XIII. Hietzing	48.49	XIX. Döbling	5.82	XIV. Rudolfshm.	26.7
XVIII. Währing	39.74	XIII. Hietzing	5.06	XIX. Döbling	26.3
XIX. Döbling	39.48	II. Leopoldst.	4.98	V. Margareth.	24.2
XV. Fünfhaus	37.24	XV. Fünfhaus	4.07	XVIII. Währing	23.7
V. Margareth.	34.65	XVIII. Währing	3.88	XV. Fünfhaus	23.4
III. Landstrasse	27.73	III. Landstrasse	3.40	III. Landstrasse	22.6
II. Leopoldst.	24.27	V. Margareth.	2.45	II. Leopoldst.	21.7
IX. Alsergrund	20.93	IX. Alsergrund	1.81	VIII. Josefstadt	20.6
VII. Neubau	19.21	VI. Mariahilf	1.58	VI. Mariahilf	18.6
VI. Mariahilf	18.85	VII. Neubau	1.15	VII. Neubau	16.9
VIII. Josefstadt	18.71	IV. Wieden	1.11	IX. Alsergrund	16.8
IV. Wieden	14.08	VIII. Josefstadt	0.98	IV. Wieden	16.7
I. Inn. Stadt	7.43	I. Inn. Stadt	0.84	I. Inn. Stadt	11.6
Durchschnitt	35.47	Durchschnitt	4.34	Durchschnitt	23.9

Geht aus diesen und ähnlichen Untersuchungen in anderen Städten, welche dasselbe Resultat hatten, auch nicht mit Sicherheit hervor, dass durch die ungünstigen Wohnungsverhältnisse allein die erhöhte Sterblichkeit bedingt ist, da ja die Bevölkerung, welche in übervölkerten Wohnungen lebt, auch sonst meist in hygienisch schlechter Lage sich befindet (mangelhafte Ernährung, Kleidung, angestrengte Arbeit u. s. w.), so ist jedenfalls der Einfluss der Wohnung auf die Morbidität und Mortalität ein nicht zu unterschätzender.

Die vorhandenen Schädlichkeiten, wie sie sich durch derartige, hier nur durch ein Beispiel belegte, wohnungsstatistische Feststellungen dokumentieren, liegen nun nicht allein in den

Wohnungen, sie können in der ganzen Anlage der betreffenden Oertlichkeit, der Strassen u. s. w. begründet sein. Es ist daher die Pflicht der öffentlichen Gesundheitspflege, bei allen Neuanlagen von Ortschaften oder von Teilen solcher die vielfachen auf diesem Gebiete gesammelten Erfahrungen zur Geltung zu bringen und dafür zu sorgen, dass nicht schon bei Aufstellung des Bebauungsplanes Fehler gemacht werden, welche die Gesundheitsschädigung der späteren Bewohner zur Folge haben können.

Sehr zu wünschen wäre es daher, dass man, wie es bei Errichtung von Monumenten, Brunnen, öffentlichen Gebäuden u. s. w. zu geschehen pflegt, auch bei Projektierung von Städteanlagen Wettbewerbungen ausschriebe und die Entscheidung nicht einzelnen Männern überliesse, welche zufällig an der Spitze des Bauwesens stehen, ohne für die Entwickelung dieser wichtigen Fragen genügendes Interesse und Verständnis zu besitzen. Derartige Wettbewerbungen sind im verflossenen Jahrzehnt in Dessau, Hannover, Kassel, Köln, München, Wien und anderen Städten erlassen worden.

Vor allem ist bei Neuanlage von Quartieren die frühzeitige Aufstellung eines Bebauungsplanes erforderlich, bei dessen Projektierung die Aufmerksamkeit besonders darauf zu lenken ist, dass neben Rücksichtnahme auf Wasserversorgung, Kanalisation, Art der Bebauung, Anlage von Plätzen u. s. w. durch Zahl, Breite und Richtung der Strassen den bewohnten Gebäuden Luft und Licht in hinreichender Menge zugeführt wird.

Der Bebauungsplan, wie auch die für die Bebauung der einzelnen Grundstücke entworfenen Baupläne müssen derartig sein, dass für die Gesundheit der späteren Bewohner der aufzuführenden Häuser die günstigsten Bedingungen geschaffen werden.

Man darf deshalb dem jeweiligen Besitzer des Grundstücks nicht dessen beliebige Bebauung gestatten, er muss vielmehr durch gesetzliche Vorschriften gezwungen werden, diejenigen Bedingungen einzuhalten, welche ein „gesundes Wohnen“ garantieren. Dies ist besonders deshalb nötig, weil die Häuser — es handelt sich hier in erster Linie um grössere

Städte — gewöhnlich nicht von dem späteren Besitzer, den späteren Bewohnern, sondern von Bauspekulanten erbaut werden, denen nur daran liegt, den Bauplatz so viel wie möglich auszunützen, Häuser mit möglichst viel bewohnbaren Räumen aufzuführen, damit diese später eine günstige Rente geben und deshalb zu hohem Preise verkauft werden können. Nur durch scharfe Gesetze kann diesen, die Gesundheit der minderbemittelten Klassen so schwer schädigenden Verhältnissen entgegengewirkt werden.

Deutschland besitzt keine diesbezüglichen einheitlichen Reichsgesetze. Es sind jedoch eine bedeutende Anzahl von Gesetzen in den Einzelstaaten vorhanden, die durch eine noch grössere Zahl von polizeilichen Bestimmungen über die Herstellung von Gebäuden und deren Bewohnung ergänzt werden. Der Deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege, eine aus Architekten, Ingenieuren, Aerzten und Verwaltungsbeamten bestehende Gesellschaft, hat sich in den letzten Jahren wiederholt mit diesen Fragen beschäftigt und sich dahin ausgesprochen, dass die bestehenden Bauordnungen und Bauvorschriften über die Herstellung, Unterhaltung und Benützung der Räume, welche zum längeren Aufenthalt von Menschen und zu menschlichen Wohnungen bestimmt sind, den heutigen Anforderungen der öffentlichen Gesundheitspflege nicht mehr entsprechen. Der Verein hat deshalb neue gesetzliche Bestimmungen vorgeschlagen, welche die Grundlage für eine später zu erlassende Reichs-Bauordnung bilden sollen. Die Bestimmungen sind im folgenden berücksichtigt.

Es ist selbstverständlich, dass Baugesetze auf die vorliegenden Verhältnisse und Bedürfnisse Rücksicht zu nehmen haben und nicht ein Schema vorschreiben können, welches für alle Fälle massgebend sein soll. Grosse Verkehrsstrassen werden anders angelegt werden müssen, als Strassen, an welche nur kleine Wohnhäuser zu liegen kommen. An grosse Geschäftshäuser werden in Bezug auf die Versorgung mit Luft und Licht andere Anforderungen gestellt werden müssen, als an Familienhäuser. Auch durch die örtliche Lage bedingte Eigentümlichkeiten in der Bauweise werden jeweilig in der Bauordnung berücksichtigt werden müssen.

Die für *eine* Stadt erlassene Bauordnung darf ferner nicht einheitliche, für das gesamte Weichbild der Stadt geltende Bestimmungen enthalten. Die baupolizeilichen Bestimmungen, welche unter Rücksichtnahme auf den hohen Wert der im Centrum der grossen Städte gelegenen Grundstücke erlassen werden, sind nicht geeignet, auf die Errichtung neuer Stadtteile angewandt zu werden, bei denen es sich zum grössten Teil noch um reines Ackerland oder wenig dicht bebaute Grundstücke handelt.

Die einheitliche Behandlung des gesamten Stadtgebietes in den Bauordnungen hat leider zur Folge gehabt, dass auch in den äusseren Stadtteilen ebenso dicht gebaut wurde, die Bevölkerung ebenso stark zusammengedrängt wurde, wie im Innern der Stadt. Die hier herrschenden hygienisch ungünstigen Zustände, welche man aus Rücksicht auf die seit langer Zeit bestehenden Verhältnisse gestatten musste, wurden auch dort eingeführt, wo ihre Einführung nicht berechtigt war. Die von der Bauordnung gestattete übermässige Ausnützung des Baugeländes hat eine durchaus ungesunde Steigerung der Bodenpreise der äusseren Stadtteile zur Folge gehabt und nachdem diese erst in die Höhe getrieben waren, war eine allgemeine dichte Bebauung der zu abnorm hohem Preise erworbenen Grundstücke die natürliche Folge.

In neuerer Zeit hat man dieser wichtigen — vielleicht wichtigsten der jetzt vorliegenden hygienischen Fragen — in vielen Städten die gebührendste Aufmerksamkeit zu schenken begonnen und auf eine *unterschiedliche Behandlung der Bauordnungen für das Innere, die Aussenbezirke und die Umgebung von Städten* hingewirkt.

Wenn durch die Bauordnungen der übermässigen Ausnutzung der Baugrundstücke entgegengewirkt werden soll, sind in ihnen modificirte Bestimmungen über die Gebäudehöhen, die Freihaltung genügender Hofräume, die Anzahl der in einem Gebäude anzulegenden bewohnbaren Geschosse u. s. w. für die verschiedenen Stadtteile (Zonen) aufzunehmen (Zonenbauordnungen).

Bei der Anlage von Strassen unterscheidet man dreierlei Systeme:

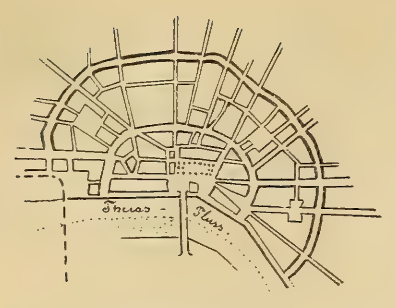


Fig. 76.
Radialsystem, Stadtteil von Szegedin (n. Stübben).

1. das Radialsystem,
2. das Dreiecksystem,
3. das Rechtecksystem.

Bei dem Radialsystem (Fig. 76) gehen vom Verkehrsmittelpunkte der Stadt Hauptstrassen strahlenförmig nach den Thoren, Brücken, Bahnhöfen, den naheliegenden Vororten u. s. w.; sie werden durch grössere oder kleinere concentrisch verlaufende Ringstrassen unter einander verbunden.

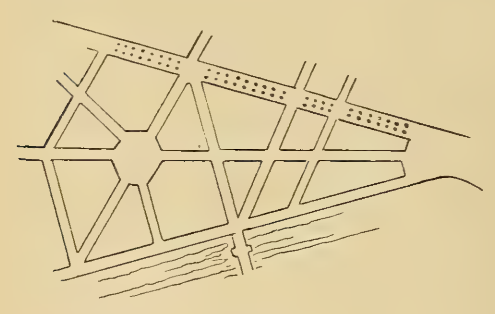


Fig. 77.
Dreiecksystem, Stadtteil von Lüttich (nach Stübben).

Bei dem Dreiecksystem (Fig. 77) werden die Hauptpunkte der Stadt, wie Marktplatz, Bahnhof, Brücken u. s. w. durch Hauptstrassen verbunden, wodurch ein Netz mit dreieckigen Maschen entsteht; zwischen die Hauptstrassen werden kleinere Nebenstrassen eingeschaltet.

Bei dem Rechtecksystem (Fig. 78) werden zwei Reihen von Parallelstrassen gebildet, welche rechtwinklig zu einander verlaufen.

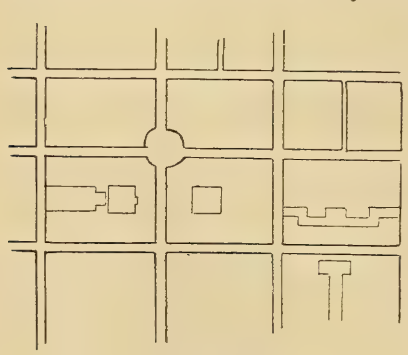


Fig. 78.
Rechtecksystem, Stadtteil von München.

Die verschiedenen Systeme, welche auch öfters ineinander übergehen, haben zunächst in Bezug auf den Verkehr, dann aber auch für die öffentliche Gesundheitspflege Bedeutung. Im Interesse der letzteren liegt

es, dass der Bebauungsplan derart eingerichtet ist, dass sich neben den geräuschvollen Hauptstrassen auch ruhige Nebenstrassen entwickeln. Auf ersteren soll sich der Verkehr abspielen, sie sollen den Handel concentriren, die Geschäfts-Comptoire u. s. w. enthalten, von den Hauptlinien der Dampf-, Pferdebahnen u. s. w. befahren werden; letztere sollen für die Familienwohnungen bestimmt und von allem frei sein, was Unruhe hervorzurufen geeignet ist.

Dieser Forderung entspricht das Rechtecksystem am wenigsten. Bei ihm prägen sich weniger als bei den anderen beiden natürliche Hauptstrassen aus, der Verkehr verteilt sich auf alle Strassen, weil man stets, wenn man von einem Punkt zu einem andern gehen will, nicht e i n e n bestimmten, kürzesten Weg zu nehmen in der Lage ist, sondern eine ganze Anzahl unter sich gleich langer Strecken wählen kann.

Dagegen hat das Rechtecksystem den Vorzug, dass sich die Bauplätze leichter austeilen lassen und die Anlage einfacher Wohnungsgrundrisse am ehesten ermöglicht wird.

Ein weiteres Postulat beim Entwurf eines Stadtplanes ist die Herstellung nicht zu grosser H ä u s e r b l o c k s, unter welchen man die rings von Strassen eingeschlossenen Häuserquartiere versteht. Je kleiner ein Block, um so günstiger wird das Verhältnis zwischen der Front des Hauses und der zu bebauenden Fläche sein; ein Haus mit möglichst grosser Strassenfront bietet aber für ein gesundes Wohnen viel mehr Garantien, als ein der Grundfläche nach ebenso grosses Gebäude, welches eine kleine Hauptfront, aber eine durch Anbau eines Seiten- oder Rückgebäudes um so grössere Rückfront besitzt. Die nach der Strasse gelegenen Zimmer werden zumeist Licht und Luft, besonders den die Strassen durchziehenden Winden viel mehr Zutritt gewähren, als die in Seiten- und Rückgebäuden befindlichen Wohnräume.

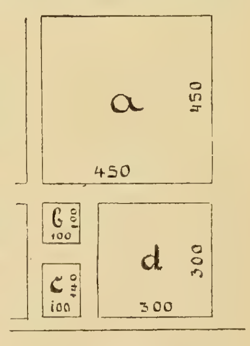


Fig. 79.

Die Skizze (Fig. 79) soll das Gesagte veranschaulichen, sie stellt vier Häuserblocks dar, deren Länge, Breite, Gesamt-

front, Quadratinhalt und Verhältnis der Front zu der zu bebauenden Fläche in der nachfolgenden Tabelle verzeichnet sind.

	Länge	Breite	Quadratinhalt	Front-länge	Verhältnis der Front zu der zu bebauenden Fläche
a)	450 m	450 m	202,500 □m	1800 m	1 : 112.05
b)	100 m	100 m	10,000 □m	400 m	1 : 25.00
c)	100 m	140 m	14,000 □m	480 m	1 : 29.16
d)	300 m	300 m	90,000 □m	1200 m	1 : 75.00

Das Verhältnis der Front zu der zu bebauenden Fläche ist am günstigsten bei dem kleinsten Block, bei welchem durchschnittlich auf ein Meter Front 25 Quadratmeter kommen, während bei dem grössten einem Meter Front 112.5 Quadratmeter entsprechen. Bei gleichmässiger Ausnützung des Bauplatzes wird also bei den grösseren Blocks ein viel grösserer Teil der Wohnräume nicht nach der Strasse zu liegen kommen und in Seiten- und Rückgebäude untergebracht werden müssen und damit die oben erwähnten Vorzüge entbehren.

Was die Beziehungen zwischen Wohnhaus und Baugrundstück betrifft, so unterscheidet man:

1. die offene Bebauung oder Villenbau und
2. die geschlossene Bebauung oder Reihenbau.

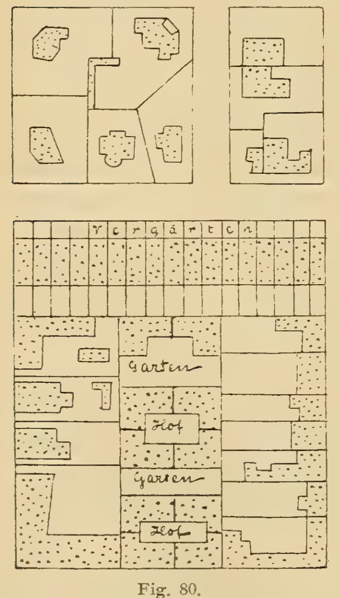


Fig. 80.
Verschiedene Bausysteme.

Bei der ersteren Bauweise (Fig. 80 links oben) sind die einzelnen Häuser rings herum frei gelegen; sie bietet Licht und Luft ausreichend Gelegenheit zum freien Zutritt zu allen Seiten des Hauses und zu einer solchen Grundrisseinteilung, dass alle Zimmer, die Gänge, das Stiegenhaus und die übrigen Räume direkt ins Freie gehende Fenster erhalten können. Einige Einschränkung findet das System beim Villenbau mit Doppelvillen (Fig. 75 rechts oben); es stehen hier immer zwei Häuser zusammen und ist also jedes Haus dann nur noch von drei Seiten frei. Der Villenbau ist trotz seiner hygienischen

Vorzüge allgemein nicht durchzuführen, weil die Ausnützung des Platzes eine schlechte, demnach der Bauplatz immer sehr gross gewählt werden muss, was im Innern von Städten unmöglich ist.

Einen Übergang zum geschlossenen bildet das Pavillon-System (Fig. 75 links unten). Bei demselben muss zwischen zwei Nachbarhäusern ein kleiner Raum unüberbaut bleiben. Ist der Raum nicht zu schmal (mindestens 5—7 Meter), so dass also eine Einfahrt oder besser ein kleines Gärtchen angelegt werden kann, so entspricht dies natürlich den hygienischen Anforderungen. Dagegen ist es sehr ungünstig, wenn, wie dies noch in manchen älteren deutschen Städten der Fall, der Zwischenraum ein geringerer (zwei Meter oder noch weniger) ist. Derselbe wird dann zumeist den Sammelpunkt allen möglichen Unrats bilden und nur zur Verschlechterung der Luft der Umgebung beitragen.

Ein oft sehr fühlbarer Nachteil des Villen- und Pavillon-Systems liegt in der Schwierigkeit, die sämtlichen Räume der Wohnungen leicht und gleichmässig zu beheizen.

Das geschlossene Bausystem besteht aus Häusern, von denen zwei Seiten stets an die beiden Nachbargebäude direkt anstossen, während nur die beiden übrigen Seiten nach der Strasse und dem Hofe frei liegen. Die Versorgung der einzelnen Räume mit Luft und Licht ist dann natürlich schwieriger, als bei dem Villen- und Pavillonsystem.

Die Nachteile der geschlossenen Bauweise werden gemässigt, wenn die Hauptfront des Hauses nicht direkt an die Strasse zu liegen kommt, sondern durch ein, wenn auch kleines Vorgärtchen, von derselben getrennt ist. Das Geräusch und besonders auch der Staub der Strasse werden dann vom Hause einigermassen abgehalten. In Fig. 75 ist die den beiden kleineren Blocks zugekehrte Seite des grossen Blocks mit solchen Häusern mit Vorgärten bebaut gedacht; sie finden besonders Verwendung bei den Einfamilien- oder Arbeiterhäusern, Gebäuden, welche immer nur für eine Familie eingerichtet sind. Sie sind selbstverständlich auch bei anderen Häusern mit Vorteil anzulegen, nur dann nicht, wenn das Erdgeschoss zu Läden verwandt werden soll.

In der Mitte der den kleinen Blocks abgewandten Seite des grossen Blocks ist in Fig. 75 ein Gebäudekomplex eingezeichnet, welcher bei schmaler Strassenfront eine verhältnismässig grosse Tiefe besitzt. Zur besseren Ausnützung des Platzes sind dann mehrere nur durch kleine Höfe und schmale Gärten getrennte Hinterhäuser eingebaut, die natürlich den an der Strasse gelegenen Vorderhäusern hygienisch nicht gleichwertig sind. Eine derartige Bebauungsweise, die, wie vorher auseinandergesetzt wurde, die Folge zu grosser Blocks ist, kann man in grossen Städten häufig antreffen.

Wenn jedoch bei geschlossener Bauweise nur wenig tiefe Seitenhäuser erbaut und Hinterhäuser überhaupt nicht gestattet werden, so dass der ganze innere Raum des Blocks unbebaut bleibt, so muss ein derartiges geschlossenes Bausystem als den hygienischen Anforderungen durchaus entsprechend bezeichnet werden (s. a. die diesbezüglichen Bemerkungen über Arbeiterwohnnugen im Abschnitt: Gewerbe-Hygiene.)

Bei Festsetzung des Bebauungsplanes ist ferner von vornherein ein bestimmter Teil der ganzen Fläche für Einrichtung *öffentlicher Gärten, Parks, Spielplätze für Kinder* u. s. w. in Aussicht zu nehmen. Je mehr sich die Städte erweitern, desto schwieriger ist es für die Bewohner der inneren Teile, in die Umgebung zu gelangen, und es ist besonders für die ärmere Bevölkerung unmöglich, die Kinder zur Erholung ins Freie zu bringen. Sie sind darauf angewiesen, dieselben auf die Strasse, oder, wenn das bei starkem Wagenverkehr nicht rätlich, in den meist sehr engen, unfreundlichen Hof zu schicken. Es ist deshalb wünschenswert, dass bei Aufstellung des Stadtplanes in allen Stadtteilen, besonders in den von der Arbeiterbevölkerung dicht bewohnten, gleichmässig verteilte grössere Plätze freigelassen werden, die dann zu bepflanzen und für kleinere Spazierwege und Kinderspielplätze herzurichten sind; mindestens 6—7% des gesamten Stadtgebietes sollen auf derartige öffentliche Parkanlagen entfallen.

Die Strassen.

Bei Anlage der Strassen ist auf Breite, Lage, resp. Richtung und deren Ausführung Rücksicht zu nehmen.

Die Breite der Strasse muss dem voraussichtlichen Verkehr entsprechen. Man rechnet auf eine Fahrbahn 2.5 Meter Breite und nimmt für Nebenstrassen drei, für mittlere Strassen vier, sechs, für grössere Verkehrsadern acht und mehr Fahrbahnen an; weiterhin bedürfen die beiderseitigen Fusswege etwa 40% der Gesamtstrassenbreite und erhält man somit für die verschiedenen Strassen eine ungefähre Breite von 12—35 Meter.

Bei Wohn-Strassen, welche voraussichtlich einen erheblichen Verkehr nie zu bewältigen haben werden, sind die Fahrbahn und die Trottoire auf das notwendige Minimum zu beschränken, dafür aber beiderseits Vorgärten anzulegen.

Die Richtung der Strassen wird sich beim Radial- und Dreiecksystem aus den vorhandenen Verhältnissen von selbst ergeben. Wo das nicht der Fall, ist bei Projektierung einer Strasse zu berücksichtigen, dass den an sie zu liegen kommenden Häusern möglichst viel Luft und Licht und damit Wärme zugeführt wird. Die Strassen genau von Osten nach Westen zu legen (äquatorial) ist nicht vorteilhaft, weil dann die eine Seite (Südseite) im Verhältnis zu der anderen (Nordseite) bedeutend mehr von der Sonne beschienen und deshalb die Erwärmung des Hauses und der einzelnen Wohnräume eine sehr ungleiche ist. Ein Teil der Zimmer wird sehr warm, der andere sehr kalt sein. Es ist daher besser, die Strassen von Nordost nach Südwest und von Nordwest nach Südost zu stellen, in welchem Fall dann beide Seiten der Häuser von der Sonne Licht und Wärme empfangen können.

Bei der Lage der Strassen kommt auch die herrschende Windrichtung in Betracht, da Strassen, welche dieser parallel laufen, den Winden mehr zugänglich sind und eine reinere Luft haben.

Der Bau der Strassen hat zunächst den Untergrund zu

berücksichtigen. Ueberall, wo Aufschüttungen notwendig sind, muss für dieselben ein Material verwandt werden, welches frei von gesundheitsschädlichen Beimengungen ist. Ist der Untergrund feucht, so muss man ihn durch Drainagen trocken zu legen versuchen.

Die Oberfläche ist so herzustellen, dass

1. das Material selbst wenig Veranlassung zur Staubbildung giebt,

2. dass die Strasse leicht zu reinigen ist, und dass endlich

3. der Verkehr auf derselben sich möglichst geräuschlos vollzieht.

Bei dem Bau von Fahrbahnen kommen in Betracht:

Macadam,
Steinpflaster (Granit, Basalt u. s. w.),
Holzpflaster und
Asphalt.

Macadam (nach dem schottischen Baumeister Mac Adam benannt) wird durch Festwalzen faustgrosser Steine ohne festen Unterbau hergestellt. Die »Schotterstrasse« ist für einen grösseren Verkehr vollkommen ungeeignet; sie nützt sich sehr rasch ab, muss häufig erneuert werden, erzeugt bei trockenem Wetter viel Staub, bei feuchtem den lästigen Strassenkot.

Steinpflaster kann, wenn gut gelegt, besser sauber gehalten werden, als Macadam; es ist aber vom hygienischen Standpunkte nachteilig, weil der bei starkem Verkehr entstehende Lärm für empfindliche Personen unerträglich und schädlich ist. Man sieht in neuerer Zeit mehr und mehr ein, dass man bei Entscheidung über die Verwendung eines Pflasters nicht nur auf die absolut geringsten Herstellungskosten und die Erhaltung der Pferde, sondern auch auf die Menschen Rücksicht zu nehmen hat und sucht deshalb in grossen Städten auf verkehrsreichen Strassen ein geräuschloses Pflaster einzuführen. Es concurrieren hier Asphalt und Holz, auf welchen das durch die Wagenräder hervorgebrachte Geräusch fast ganz fortfällt. Auf Holzpflaster ist auch das Getrampel der Pferde kaum hörbar.

Vom hygienischen Standpunkt sind beide Pflaster ziemlich

gleichwertig, sofern beim Holzpflaster dafür gesorgt wird, dass dasselbe richtig gelegt wird und dass ein gut imprägniertes Holz zur Verwendung kommt. Andernfalls könnten die Exkremente der Tiere in die Fugen des Holzpflasters eindringen, sich dort zersetzen und zu einer Verpestung der Luft Veranlassung geben, was man bei richtig gelegtem Holzpflaster niemals beobachtet.

Durch den Verkehr wird jedes Pflaster abgenützt, wenn auch in verschiedenem Grade*) und stets entsteht dabei Staub und Schmutz, deren Entfernung für die Reinhaltung der Luft nicht nur auf der Strasse, sondern auch in unsern Häusern von grosser Bedeutung ist. Der Schmutz der Fahrstrasse geht auch auf die Fusssteige über und wird besonders bei feuchtem Wetter durch die Schuhe der Fussgänger in die Häuser und Wohnungen verschleppt. Bei trockenem Wetter wird aber Staub und Schmutz, wenn nicht rechtzeitig entfernt, von der bewegten Luft aufgerührt und durch die geöffneten Fenster oder deren Fugen in die Zimmer eingebracht.

Die Reinhaltung der Strassenoberfläche ist deshalb ein wichtiges Postulat der öffentlichen Gesundheitspflege. Die Strassen müssen mehrmals des Tages von dem sich ansammelnden Staub und Schmutz befreit werden; an trocknen Tagen ist der Strassenkörper vor dem Abfegen zu besprengen, damit der Staub durch das Kehren nicht aufgewirbelt wird. Der dabei entstehende Strassenkehricht muss alsbald weggefahren werden; man darf nicht, wie es häufig geschieht, warten, bis die zusammengekehrten Haufen austrocknen und durch den Wind wieder auf der Strasse verteilt werden. Zur Abfuhr des Kehrichts sind besonders konstruierte Wagen zu verwenden, die (Fig. 81) so eingerichtet sind, dass beim Aufladen des Kehrichts,

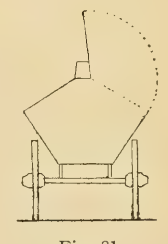


Fig. 81
Wagen für Strassenkehricht.

*) Nach einem englischen Bericht entsteht in London eine Fuhre Strassenabraum auf einer Fläche von

300	square yards (1 square yard = 0.835 □m)	Macadam,
500	„ „	Granitpflaster,
1500	„ „	Holzpflaster,
3500	„ „	Asphalt.

besonders wenn derselbe trocken ist, die vorübergehenden Fussgänger nicht belästigt werden. Der Deckel besteht deshalb aus zwei Teilen, von denen der eine immer geschlossen bleibt, während der andere so weit geöffnet wird, dass er ein Herausfliegen des Schmutzes aus dem Wagen möglichst verhindert.

Zu einer fortdauernden Belästigung der Städtebewohner giebt das Aufreissen der Strassen Anlass, welches dadurch bedingt ist, dass in deren Unterbau die Kanalisation, wie die Gas-, Wasser-, Rohrpost-, Telephon- u. s. w. Leitungen eingesenkt werden müssen. Bei jeder Neuanlage oder auch Reparatur müssen die Strassen aufgegraben werden, was auf die Reinlichkeit der Umgebung stets einen nachteiligen Einfluss hat.

In London sind deshalb sogenannte Subways im Strassenkörper angebracht, unterirdische Tunnel, in welche die verschiedenen Leitungen zu liegen kommen. Durch Einsteigschachte kann man in diese unterirdischen Gänge gelangen und die notwendigen Reparaturen vornehmen, ohne das Strassenpflaster aufreissen und sich durch Aufgraben einen Weg zur schadhaften Stelle bahnen zu müssen. In Paris, wo die Kanäle einen sehr grossen, begehbaren Querschnitt haben, sind die Gas- und Wasserrohre teilweise in diesen an deren oberer Wölbung untergebracht. Eine Gefahr der Verunreinigung des Wassers durch den Kanalinhalt ist ausgeschlossen; bei dem in der Wasserleitung herrschenden erheblichen Druck würde ein Leck nur das Wasser austreten, aber nicht Kanalinhalt eintreten lassen.

Ein derartiges Unterbringen der fraglichen Leitungen ist aber nur bei sehr grossen Kanälen oder in den mit hohen Kosten herzustellenden unterirdischen Subways, die übrigens auch mannigfache Nachteile ergeben haben, möglich. Man hat deshalb vorgeschlagen, sie seitwärts unter dem sogenannten Bürgersteig unterzubringen und zwar aus folgenden Gründen. Die Bürgersteige brauchen nicht die feste Decke zu haben, wie die für schweres Fuhrwerk gebauten Fahrstrassen. Es ist zweckmässig, dass sie nur in ihrem mittleren Teil aus festen Granitplatten bestehen, während die seitlichen Partien besser

eine Mosaikpflasterung haben, weil dieses die Feuchtigkeit nach Niederschlägen rascher einziehen lässt. Unter einer derartigen (Fig. 82) Decke sind dann die verschiedenen Röhren-

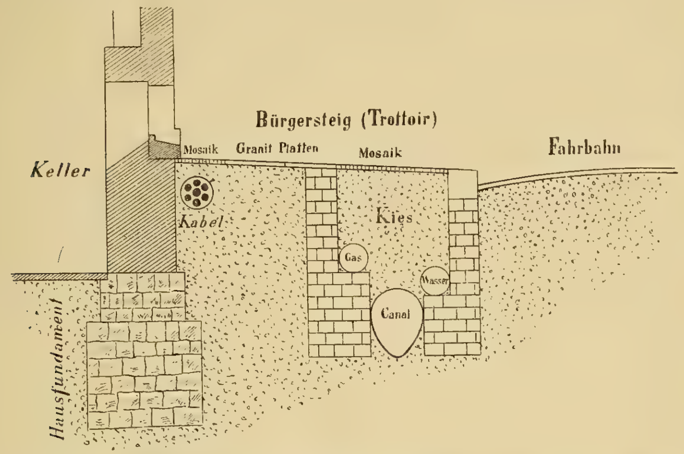


Fig. 82. Moderne Strassenanlage; Verlegung der Entwässerungs-, Gas-, Wasser- u. s. w. Rohre unter das Trottoir.

systeme in Kies zu lagern, zu unterst das Siel, dann die Wasser-, zu oberst die Gasleitung. Eine solche Anlage ermöglicht ein baldiges Bemerken etwaiger Rohrbrüche, während undurchlässige Bürgersteige aus Cement oder Asphalt neben einer dichten Fahrbahnpflasterung (Holz oder Asphalt) nicht unbedenklich sind, weil sie bei einem eventuellen Bruch eines Gasrohres die anliegenden Häuser gefährden (s. hierüber auch unter Gas). Endlich ist bei vorkommenden Schäden der Zugang zu dem Defekt viel eher möglich und dieser kann viel schneller beseitigt werden, als wenn erst ein auf fester Unterlage gebautes undurchlässiges Pflaster aufgerissen und wieder hergestellt werden muss. Die Verunreinigung der ganzen Umgebung wird dann eine kürzer andauernde, die Störung des Verkehrs eine geringere, die Belästigung des Publikums eine weniger erhebliche sein.

Beim Bau eines Hauses kommen in Betracht:

1. der Bauplatz,
2. der Bauplan,
3. der Bau selbst.

Der Bauplatz

ist so zu wählen, dass durch seine Beschaffenheit dem künftigen Hause keine Gefahren drohen. Dies ist der Fall, wenn der Boden desselben zu feucht ist. Es muss deshalb, um über die Feuchtigkeit des Bodens Kenntnis zu erhalten, sein Grundwasserstand (s. pag. 146) bestimmt werden und zwar genügt eine einmalige Messung nicht, vielmehr sind erst durch mehrjährige Beobachtungen die Schwankungen im Grundwasserstand festzustellen, damit das Fundament nicht in eine Tiefe kommt, welche vom Grundwasser erreicht wird.

Wo das Grundwasser zu hoch, ist durch Drainagen die Ableitung desselben und die Trockenlegung des Baugrundes anzustreben.

Die Austrocknung des Bodens kann durch Anbau von Pflanzen befördert werden, welche schnell wachsen und infolge ihres Vermögens, viel Wasser durch ihre Blätter abzugeben, dem Boden das Wasser entnehmen. Als solche ist empfohlen und mit gutem Erfolge angepflanzt worden Eucalyptus globulus (blauer Gummibaum).

Der Bauplan

muss sich nach den örtlichen Verhältnissen richten und hat die Grösse des Hauses, dessen Höhe, die Anordnung der Wohnräume, die Art der Ausführung des Baues u. s. w. zu bestimmen.

Bei Projektierung und Ausführung von Bauten, besonders Wohnhäusern, wird der eigentliche Zweck eines Baues noch viel zu wenig berücksichtigt. Man vergisst oder will sich nicht erinnern, dass ein jedes Wohnhaus den späteren Bewohnern möglichst günstige Verhältnisse für die Erhaltung der Gesundheit, für ein behagliches Wohnen bieten soll. Man beschränkt sich gewöhnlich darauf, den von der Bauordnung vorgeschriebenen Bestimmungen nachzukommen.

Auch bei den Bauten, welche nicht von Bauspekulanten in der Absicht, sie möglichst rasch und zu möglichst hohem

Preise zu verkaufen, erbaut werden, wendet der Architekt und der Baumeister zumeist der Gestaltung der Façade, der Ausschmückung des Treppenhauses und einzelner Wohnräume viel mehr Aufmerksamkeit zu, als allen den Einrichtungen, welche dem gesunden Wohnen dienend, in erster Linie berücksichtigt werden sollten. Bei Herstellung der Abortanlagen, der Heizung u. s. w. wird möglichst gespart, ihre Ausführung wird gewöhnlich Handwerkern überlassen, welche von der Bedeutung dieser Anlagen keine richtige Vorstellung und keine Kenntnis haben, welche Fortschritte auf hygienisch-technischem Gebiete in den letzten Jahrzehnten gemacht worden sind.

Die Höhe eines Hauses, worunter man den Abstand der Strassen- resp. Trottoirfläche von der Decke des obersten Geschosses einschliesslich etwaiger steiler Mansardendächer und der halben Höhe eines etwaigen Giebels zu verstehen hat, ist von der Breite der Strasse an, an welcher das Haus liegt, abhängig zu machen. Von dem Verhältnis zwischen Haushöhe und Strassenbreite ist die Belichtung der in den Häusern enthaltenen Wohnräume abhängig. In den Fig. 78 bis 80 sind 3 Strassendurchschnitte mit genau gleich grossen Häusern dargestellt. Im ersten Fall verhält sich die Haushöhe H zur Strassenbreite B wie 2:3, im zweiten ist H : B = 1 : 1, im dritten ist H : B = 3 : 2. In den drei Figuren sind in jedem der drei Stockwerke gleich grosse Fenster eingezeichnet, ferner ist der Teil der Zimmer, welche direktes Himmelslicht erhalten, weiss gelassen, der übrige Teil schraffiert. Man kann nun sehen, welchen Einfluss das Verhältnis der Strassenbreite zur Haushöhe auf die Beleuchtung der Räume hat. Wie leicht erklärlich, ist in allen 3 Fällen das oberste Stockwerk dasjenige, welches am besten mit Licht versorgt ist. Das unterste Stockwerk ist nur dort genügend mit Licht versorgt, wo die Strassen $^3/_2$ mal so breit als die Höhe des gegenüberliegenden Hauses ist; nur dort gelangt direktes Himmelslicht bis zu der dem Fenster gegenüber liegenden Wand.

Bei der hohen Bedeutung, welche die Versorgung der Wohn- und Arbeitsräume mit Licht hat, muss daher bei Neubau von Häusern für ein möglichst günstiges Verhältnis von

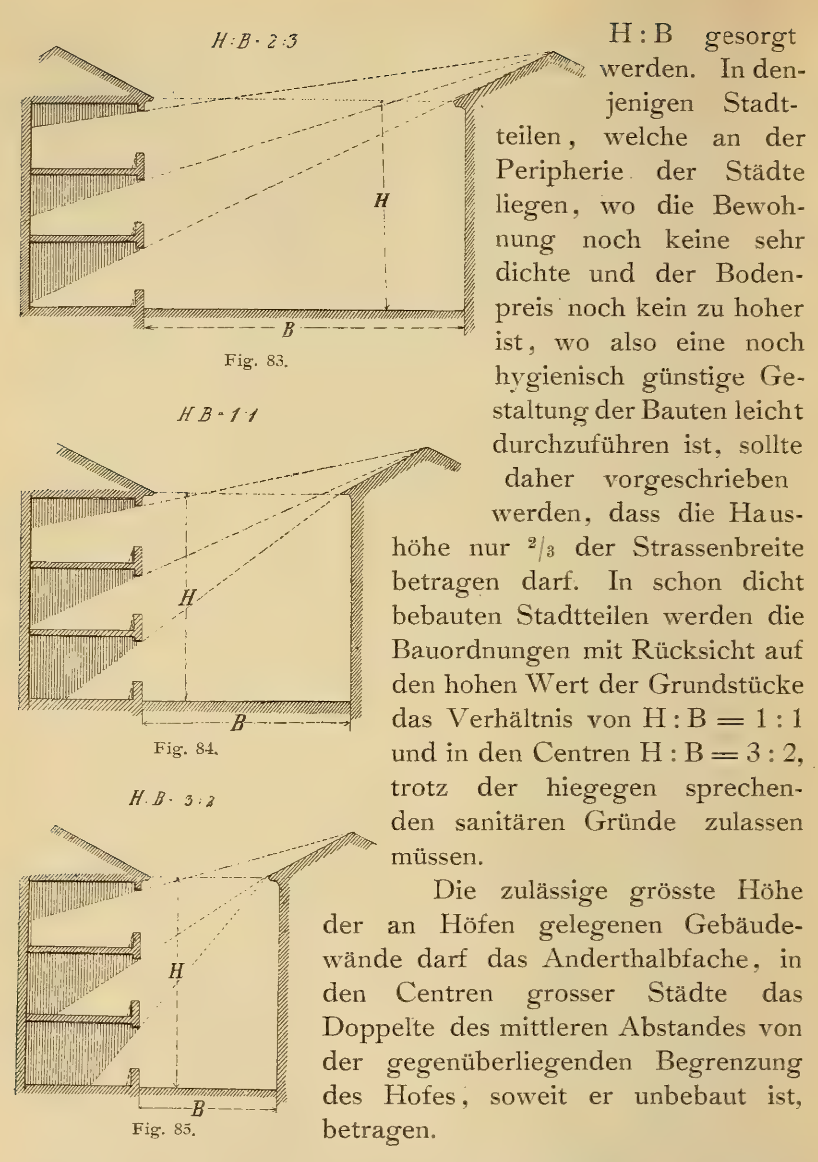


Fig. 83.

Fig. 84.

Fig. 85.

H : B gesorgt werden. In denjenigen Stadtteilen, welche an der Peripherie der Städte liegen, wo die Bewohnung noch keine sehr dichte und der Bodenpreis noch kein zu hoher ist, wo also eine noch hygienisch günstige Gestaltung der Bauten leicht durchzuführen ist, sollte daher vorgeschrieben werden, dass die Haushöhe nur $^2/_3$ der Strassenbreite betragen darf. In schon dicht bebauten Stadtteilen werden die Bauordnungen mit Rücksicht auf den hohen Wert der Grundstücke das Verhältnis von H : B = 1 : 1 und in den Centren H : B = 3 : 2, trotz der hiegegen sprechenden sanitären Gründe zulassen müssen.

Die zulässige grösste Höhe der an Höfen gelegenen Gebäudewände darf das Anderthalbfache, in den Centren grosser Städte das Doppelte des mittleren Abstandes von der gegenüberliegenden Begrenzung des Hofes, soweit er unbebaut ist, betragen.

Die mittlere Breite eines Hofes, auf welchen Fenster gerichtet sind, darf nicht unter vier Meter bemessen werden. Die Hofräume benachbarter Grundstücke dürfen behufs Erzielung des vorschriftsmässigen Abstandes oder der vorschrifts-

mässigen Mindestbreite zusammengelegt werden, wenn die Erhaltung der Hofräume in unbebautem Zustande gewährleistet wird.

Um eine allzudichte Bebauung zu verhindern, ist ferner in einzelnen Bauordnungen vorgeschrieben, wieviel Procent des gesamten Grundstücks überbaut werden darf (75—85 %). Da derartige Bestimmungen aber doch nicht eine solche Anlage des Hofes gewährleisten, dass die auf denselben gerichteten Räume genügend Licht und Luft erhalten, werden sie in neueren Bauordnungen gewöhnlich durch andere wirksamere Vorschriften ersetzt.

Jeder unbebaut bleibende Teil eines Grundstückes muss zum Zweck seiner Reinigung mit einem Zugang von mindestens einem Meter Breite und zwei Meter Höhe versehen sein.

Bei breiten Strassen dürfen nicht beliebig viele bewohnbare Geschosse übereinandergesetzt werden, bis die der Strassenbreite entsprechende Höhe erreicht ist, ebenso wie zur besseren Ausnützung des Bauplatzes an schmalen Strassen die Etagenhöhe nicht beliebig niedrig gewählt werden darf. Es müssen vielmehr Räume, welche zu längerem Aufenthalt von Menschen dienen, eine lichte Höhe von mindestens 2,75 m haben und es sollten im Innern der Städte nur vier Obergeschosse, d. h. vier über dem Erdgeschoss liegende Stockwerke, in den äusseren Bezirken höchstens zwei Obergeschosse gestattet werden. Alle zu längerem Aufenthalt von Menschen dienenden Räume müssen bewegliche Fenster erhalten, die unmittelbar in das Freie führen, wenn nicht auf andere Weise eine genügende Zufuhr von Licht und Luft gesichert ist. Es muss in jedem zur Bewohnung bestimmten Raume die lichtgebende Gesamtfläche der notwendigen Fenster mindestens ein Zwölftel der Grundfläche betragen.

Das Bewohnen von Räumen, welche im Keller*) liegen,

---

*) Die Keller sind auch deshalb nicht ausschliesslich als Wohnungen zu verwenden, weil sie in kleine Parcellen geteilt den Hausbewohnern zur Aufbewahrung der Nahrungsmittel u. s. w. überlassen werden sollen, da in den meisten Mietskasernen besondere Räume hiefür nicht vorhanden sind.

d. h. in Geschossen, deren Fussboden unter der Erdoberfläche liegt, ist zu verbieten. Von diesem Verbot sind jedoch einzelne Wohnräume eines Hauses auszunehmen, wenn sie so hergestellt sind, dass der Fussboden höchstens 1,5 m unter, der Fenstersturz mindestens 1 m über dem Strassen- oder Hofniveau liegt.

Ferner muss ihr Fussboden mindestens 0,5 m über dem höchsten Grundwasserstande liegen.

Zum Schutze gegen die aufsteigende Bodenfeuchtigkeit sind die Grundmauern zu isolieren. Auch ist aus demselben Grunde vor der Fenstermauer ein Luftgraben zu ziehen. Die Höhe des gegenüberliegenden Hauses darf nur derartig sein, dass sich das Verhältnis H : B = 1 : 1 ergibt (s. S. 204); oder es muss, damit die Erhellung nicht eingeschränkt wird, vor der Fenstermauer ein Lichtgraben gezogen, der mindestens 1 m breit ist und dessen Sohle 15 cm tiefer liegt als der Fussboden der Kellerwohnung (s. Fig. 86).

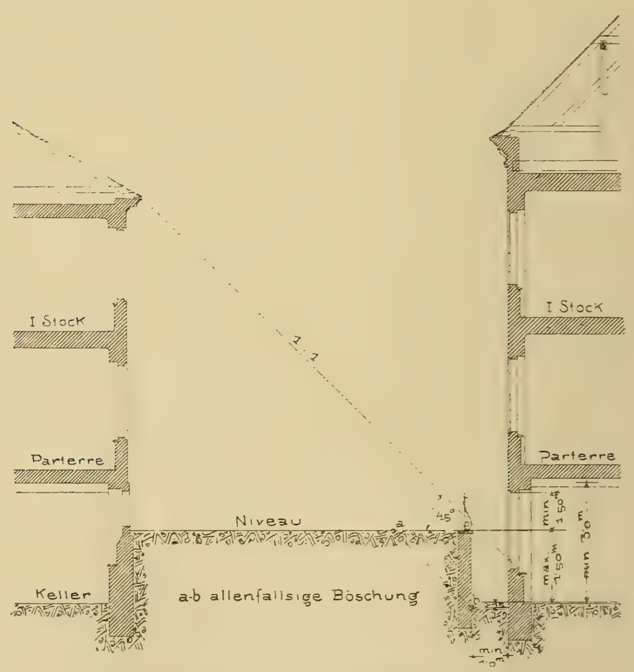


Fig. 86. Anlage von Kellerwohnungen (nach Gruber).

Das Bewohnen von Dachräumen ist im allgemeinen nicht zu empfehlen, weil diese Räume der Einwirkung excessiver Temperaturen (Kälte und Hitze) zu stark ausgesetzt sind. Eventuell müssen diejenigen Teile der Wandungen, welche durch Dachflächen gebildet werden, vollkommen dicht eingedeckt und durch Einschaltung von Luftschichten isoliert werden. Bewohnte Dachräume müssen ferner durch ins Freie sehende Fenster belichtet werden, deren Fläche mindestens $^1/_{12}$ der Bodenfläche des Raumes beträgt und deren Sturz wenigstens 1,5 m über dem Boden liegt und mindestens 1,5 m

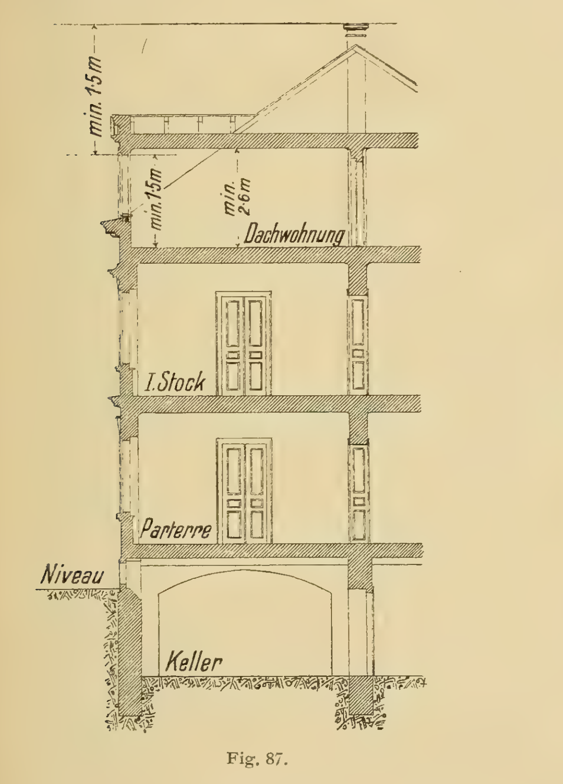


Fig. 87.

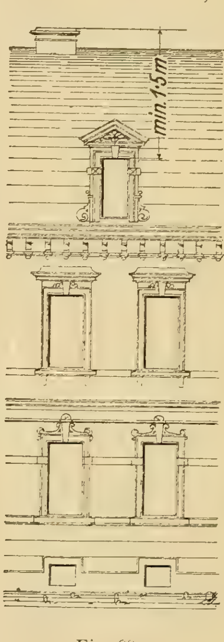


Fig. 88.

in der Vertikalen von benachbarten Schloten und Ventilationsröhren entfernt ist. (s. Fig. 87 u. Fig. 88.) Die Höhe von bewohnten Dachräumen muss wenigstens 2.6 m betragen.

In kleineren Häusern (Einfamilienhäusern) bietet die Unterbringung von Küchen und Waschküchen in Dachräumen viele

Vorteile, weil dann die übrigen Teile des Hauses von Rauch, Dampf und den bei der Zubereitung der Speisen entstehenden Gerüchen leicht frei gehalten werden können; in diesem Fall ist der Fussboden feuersicher und undurchlässig herzustellen.

Die Anordnung der Wohnräume in einem Hause wird sich zumeist nach der Lage desselben zur Strassenfront richten. Wohn- und Gesellschaftsräume werden gewöhnlich nach der Strasse hinaus, Schlaf-, Kinder- und Wirtschaftsräume nach der Seite oder nach rückwärts verlegt werden müssen. Zweckmässiger ist es freilich, wenn hierzu die Möglichkeit gegeben ist, die Benützung der Räume eines Hauses mit Rücksicht auf die Himmelsrichtungen zu bestimmen.

Man wird dann in einem allseitig freistehenden Hause die Schlafzimmer nach Osten, Wohn- und Kinderzimmer nach Süden verlegen. Die Nordseite ist wegen ihres gleichmässigen Lichtes besonders für Arbeitszimmer, Ateliers u. s. w. geeignet, fernerhin ist sie, weil der Sonne nicht ausgesetzt, für Küche, Speisezimmer, Speisekammer, Badezimmer, Abort passend. Nach Westen zu sind das Treppenhaus und eventuell Schlafzimmer zu verlegen; für Wohnzimmer ist die Westseite wegen der flachen Richtung, in der die Sonnenstrahlen einfallen und weil sie auch den herrschenden Winden am häufigsten ausgesetzt ist, nicht gut zu verwenden.

Bei Ausarbeitung des Bauplanes ist anzustreben, dass jede Wohnung einen besonderen Abort hat.

Räume, welche weder durch ins Freie, noch in Lichthöfe gehende Fenster belichtet werden, sind möglichst zu vermeiden.

Es ist fernerhin wünschenswert, dass für jede Wohnung ein geeigneter Raum zum Aufbewahren der Nahrungsmittel vorhanden ist. Derartige Speisekammern, welche möglichst kühl (nach Norden) gelegen sein müssen, sollen auch ein in das Freie führendes Fenster haben. (S. auch weiter oben unter Keller.) Die hohe Sterblichkeit der Säuglinge an Darmkrankheiten ist jedenfalls nicht zum mindesten durch den Umstand bedingt, dass die zur Säuglingsernährung verwandte Milch mangels eines geeigneten Aufbewahrungsortes in der Küche oder den warmen Wohnräumen aufbewahrt wird und bei der

dort herrschenden hohen Temperatur die für die Kinder so verhängnisvollen Veränderungen eingeht.

Mit dem

Bau

selbst darf erst begonnen werden, wenn für genügende Beschaffung von reinem Trinkwasser, sowie für die Beseitigung der Abfallstoffe und Abwässer auf gesundheitlich unschädliche Art gesorgt ist.

In Betracht kommen bei Ausführung des Baues:

1. das Fundament,
2. die Wandungen,
3. die Zwischendecken,
4. das Dach,
5. das Treppenhaus.

Abgesehen davon, dass alle Gebäude nur auf solchem Baugrund errichtet werden dürfen, welcher entweder durch seine natürliche Beschaffenheit oder durch constructive Massnahmen hierzu geeignet gemacht ist, muss das

Fundament

aller Wohnräume über dem durch mehrjährige Beobachtung festgestellten höchsten Grundwasserstande, im Ueberschwemmungsgebiete über Hochwasser liegen und muss der Fussboden, wie die Grundmauern gegen die aufsteigende Bodenfeuchtigkeit geschützt sein. Dies geschieht, indem man eine für Wasser und Luft undurchlässige Kellersohle herstellt und auch in die Grundmauer eine isolierende Schichte (Bleiplatten, Asphalt, Theerpappe, Beton, Cement, Glasplatten) einsetzt (s. Fig. 89).

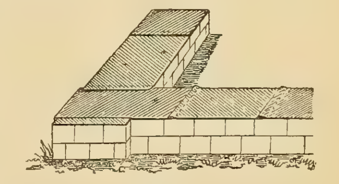


Fig. 89.
Isolierschicht auf einer Grundmauer.

Von der günstigen Wirkung derartiger isolierender Schichten kann man sich leicht durch Ausführung folgenden Versuchs überzeugen. Stellt man eine kleine Versuchsmauer auf feuchten Boden (s. Fig. 90), so wird nach kurzer Zeit die Feuchtigkeit in der Mauer bis zur obersten Backsteinschicht aufsteigen.

Fügt man dagegen in eine zweite in derselben Weise aufgeführte und der Bodenfeuchtigkeit ausgesetzte Mauer eine Isolierschicht ein, so steigt die Feuchtigkeit nur bis zu dieser Schicht; die

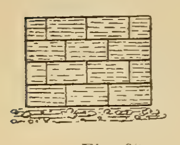


Fig. 90.

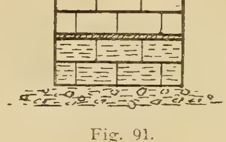


Fig. 91.

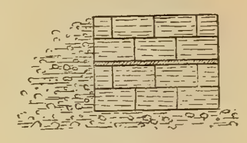


Fig. 92.

darüber befindlichen Backsteine bleiben trocken (s. Fig. 91). Wenn jedoch bei einer dritten Mauer, welche dieselbe Isolierschicht in derselben Höhe besitzt, der feuchte Boden an einer oder mehreren Seiten der Mauer über die Isolierschicht hinweg anliegt, so steigt die Feuchtigkeit trotz der Isolierschicht ebenfalls wieder, wie bei der ersten Mauer bis zur obersten Backsteinschicht (s. Fig. 92). Man darf daher die Isolierschicht nicht an beliebiger Stelle einfügen; ihren Zweck, die Mauern vor der aufsteigenden Bodenfeuchtigkeit zu schützen, wird sie nur dann erreichen, wenn sie oberhalb der Bodenoberfläche angebracht ist.

Zum Schutze der Grundmauern gegen die Feuchtigkeit der seitlich anliegenden Bodenschichten wendet man auch mit Vorteil sogenannte Isoliergräben an, indem in einem Abstand von $^1/_4$ bis 1 m vom Hause eine Mauer aufgeführt wird, welche nach unten hin ebenfalls undurchlässig hergestellt ist.

Je nach der Art der zur Herstellung der

Wandungen

eines Hauses benützten Materialien unterscheidet man: den Massivbau, den Fachwerksbau, den Holzbau, den Eisenbau.

Beim Massivbau werden die Aussenmauern aus natürlichen oder künstlichen Steinen aufgebaut, die dann zumeist noch mit einem Ueberzug von Mörtel versehen werden (Putzbau).

Der Fachwerksbau hat Wandungen, welche aus einem Holz- oder Eisengerüst bestehen, das mit Steinen oder (auf dem Lande) mit Lehmsteinen, oder endlich mit Reisig ausge-

füllt ist, welches mit Lehm beworfen wird. Bei derselben Stärke besitzt der Fachwerksbau eine grössere Festigkeit als der Massivbau und ist billiger herzustellen.

Die Wände des Holzbaues (auch Blockhausbau genannt) bilden dicht neben einander gestellte, abgeplattete Rundhölzer, deren Fugen mit Werg oder Moos verstopft werden.

In neuester Zeit sind noch zur Herstellung von Wänden für die Bausteine verschiedene Surrogate eingeführt worden. So füllt man die Zwischenräume des Fachwerks mit sogenannten Gyps- oder Spreu-Dielen aus, oder man bekleidet die eine, auch beide Seiten des Fachwerks mit Rabitzputz oder Monierplatten.

Gypsdielen sind Tafeln von 5—15 cm Dicke, welche aus Gyps mit Rohreinlagen bestehen. Ihnen ähnlich sind die Spreutafeln, welche statt der Rohreinlagen Spreu unter den Gypsbrei gemischt enthalten und mit Hohlräumen versehen sind. Sie haben scharfe Kanten, lassen sich durch dünne Lagen flüssigen Gypses leicht verbinden und gestatten so in kürzester Zeit vollkommen trockene Wände und Decken herzustellen.

Der Rabitzputz besteht aus einem Geflecht von verzinktem Eisendraht, dessen Maschen mit einem hauptsächlich aus Gyps bestehenden Gemische gefüllt werden. Er besitzt grössere Feuersicherheit als Spreu- und Gypstafeln, hält jedoch auf die Dauer Witterungseinflüssen nicht stand.

Monier-Putz oder -Tafeln werden aus einem Geflecht von Eisendraht, das mit Rundeisenstäben versteift wird, hergestellt und mit Portlandcementmörtel beworfen. Man kann mit ihnen Wände von grosser Festigkeit bei geringer Dicke herstellen, welche wetter- und feuerfest sind.

Der Eisenbau ist in seinen Wandungen ganz aus Eisen konstruiert; die Füllungen bestehen meistens aus Glas- oder Wellblech.

Die hygienischen Anforderungen werden am ersten vom Massivbau erfüllt, welcher daher auch die gebräuchlichte Bauart ist.

Der Holzbau ist wegen seiner grossen Feuergefährlich-

keit und wegen seiner Resonanz (Hellhörigkeit) allgemein nicht verwendbar. Auch lässt sich in den Fugen des Holzbaues häufig Ungeziefer nieder, welches dann nicht leicht wieder zu vertreiben ist.

Der Eisenbau gewährt gar keinen Schutz gegen die äussere Temperatur; er ist im Sommer zu warm, im Winter zu kalt.

Als Massivbauten werden bei uns die meisten Wohnhäuser aufgeführt und zu diesen wieder zumeist aus Lehm gebrannte Ziegel benutzt. Man versieht dann die Aussenwand mit einem Bewurf von Kalk, der mit verschiedenartigen Farben angestrichen wird (Putzbau), oder man lässt sie im natürlichen Zustande (Rohbau).

Der Wassergehalt der Mauer hängt ab von der Bauzeit. Wird im Sommer gebaut, so wird das zum Bau verwandte Wasser von der warmen Sommerluft mit hohem Sättigungsdeficit eher aufgenommen als im Winter, wo die Luft viel kälter ist und ein geringeres Sättigungsdeficit besitzt. Hierzu kommt, dass der Sommer meist weniger Tage mit Niederschlägen hat als der Winter und dass der hohe Stand der Sonne zur Sommerszeit viel stärker austrocknend wirkt, als die mehr schräg auffallenden Sonnenstrahlen während des Winters. Es wäre deshalb richtig, wenn jedem Hause, ehe es bezogen wird, die Vorteile der wärmeren Jahreszeit zu Gute kämen. Im Herbst resp. Winter begonnene Bauten sollen erst nach Ablauf des darauf folgenden Sommers, im Sommer aufgeführte Häuser können im Winter fertiggestellt und mit Beginn des Frühjahres bezogen werden.

Einen weiteren Einfluss auf das Austrocknen und die dadurch hervorgerufene Luftdurchgängigkeit hat die Zeit des Verputzens. Durch das beiderseitige Bewerfen der Mauer wird das Verdunsten des beim Aufbau in dieselbe gebrachten Wassers nicht nur verhindert, sondern sogar wieder neues Wasser zugeführt, so dass bei frühzeitigem Verputzen der Neubau vollendet wird, ehe noch der eigentliche Erhärtungsprozess (siehe hierüber weiter unten) erfolgt ist. Es besteht deshalb an einzelnen Orten die Vorschrift, dass zwischen der Vollendung des Rohmauerwerkes und dem Beginn des Ver-

putzens ein Zeitraum von 6 Wochen liegen muss, während welcher Zeit das Mauerwerk austrocknen soll.

Diese Vorschrift ist für den Rohbau nicht notwendig, da dessen äussere Seite nicht verputzt und somit die Mauer im Austrocknen nicht gestört wird. Freilich dürfen dann auch die Fugen nicht mit fettem Cement verstrichen werden, was dann ebenfalls für das Austrocknen schädlich ist.

Die beim Bau des Hauses verwandte Wassermenge ist überhaupt nach Möglichkeit zu beschränken, weil ein Zuviel den Austrocknungsprozess verlangsamt, ohne dabei technisch günstig zu wirken. Auch ist bei niedrigem Wassergehalt die Gefahr eine geringere, dass der Mörtel in kalten Winternächten abfriert. Andrerseits darf auch der Wassergehalt nicht zu niedrig sein, weil sonst die Mauer austrocknet, ehe noch der Mörtel erhärtet ist.

Es ist ferner jedenfalls unrichtig, den äusseren Wandungen einen wasserdichten Anstrich zu geben — wie das vorher auch vom Verputz gesagt wurde — ehe der Mauermörtel getrocknet ist.

Will man die Mauer gegen den anschlagenden Regen schützen, so kann man das, indem man entweder vor die eigentliche Mauer in geringer Entfernung von einer halben Steinstärke noch eine zweite Mauer (Hohlmauer) aufführt, oder aber, indem man die Aussenseite mit einer Schicht schuppenförmig übereinanderliegender Platten von Schiefer, Thon oder Schindeln bedeckt (sogenannte „Wettermäntel“), welche dann den Regen abhalten, ohne den überhaupt sehr unbedeutenden Luftdurchtritt erheblich einzuschränken.

Ausser den oben genannten besteht ein weiterer Vorzug des Massivbaues aus gebrannten oder natürlich gebrochenen Steinen vor anderen Bauten, wie dem Eisenbau, in der schlechten Wärmeleitung der Mauern. Während nämlich der Wärmeleitungscoefficient, welcher anzeigt, wie viel Wärmeeinheiten ein Quadratmeter eines Körpers während einer Stunde an seine Umgebung abgibt, bei Eisen 2.8 beträgt, ist er bei Kalkstein nur 2.08—1.70, bei Sandstein 1.32—1.27. Es wird also die Wandung eines Massivbaues die äussere Temperatur nur sehr langsam nach innen zu vermitteln.

Von günstiger Wirkung ist auch die Wärmecapacität

oder *spezifische Wärme*. Die grosse Masse Mauerwerk eines in Backstein aufgeführten Massivbaues bedingt die hohe Wärmecapacität eines solchen Hauses, welche die excessiven Sommer- und Wintertemperaturen in ihrer Einwirkung auf die Wohnräume bedeutend mildert.

Bei Herstellung der inneren Wandbekleidung müssen die hierzu verwandten Farben und Tapeten giftfrei sein.

Die einzelnen Stockwerke eines Gebäudes werden durch die

Zwischendecken

von einander getrennt (s. Fig. 85—87), welche von Balken getragen werden, deren Enden in die Mauern zu ruhen kommen. Die Balken sind nach unten hin mit Brettern versehen, an welchen der *Verputz* angebracht wird. Ebenso liegt auf der dem oberen Stockwerk zugekehrten Seite der Balken eine Schicht lose zusammengefügter, ungehobelter Bretter, der *Blindboden*, auf welchen dann der eigentliche Fussboden zu liegen kommt. Die Zwischenräume zwischen den beiden an der oberen und unteren Fläche der Balken befestigten Bretterschichten nennt man *Fehlboden*, auf dessen *Füllung* besondere Aufmerksamkeit zu verwenden ist. Benützt man hierzu, wie es früher zumeist und auch jetzt noch sehr häufig geschieht, unreines Material, reich an organischen Stoffen und Mikroorganismen, so ist damit die Möglichkeit gegeben, dass sich diese organischen Stoffe zersetzen und die dabei entstehenden Fäulnisgase die Wohnungsluft andauernd verpesten. Auch können die eventuell in der Fehlbodenfüllung vorhandenen pathogenen Mikroorganismen Infektionskrankheiten hervorrufen. Um dies zu vermeiden, darf nur absolut reines Material zur Fehlbodenfüllung genommen werden und es ist weiterhin auch dafür zu sorgen, dass die Fehlbodenfüllung schon während des Baues, dann aber auch nach dem Beziehen der Wohnung nicht von oben verunreinigt werden kann. Es ist das nur dann möglich, wenn die auf dem Blindboden liegende Bretterschicht sorgfältig hergestellt und vollständig *fugenfrei* ist, so dass dann auch ein direkter Luftabschluss zwischen den beiden Stockwerken gegeben ist. Da ein solch direkter Abschluss durch Holz allein schwer herzustellen, legt

man zweckmässig unter die oberste Fussbodenbretterschicht (am besten Parquet) noch eine Schicht undurchlässiger, wasserdichter Pappe.

Als Füllmaterial für Fehlboden sind empfohlen gewaschener Sand oder feiner Kies, Torfmoos, Kalktorf, Kieselguhr. Fig. 93 zeigt das Profil einer solchen von Nussbaum empfohlenen Zwischendecke; es folgen von unten nach oben: Putz, Rohrung, Schalung, Balken und Fehlbodenfüllung, wasserdichte Pappe, Riemenboden (Parquet). In Fig. 94 ist eine von Emmerich empfohlene Zwischendecke gezeichnet, bei welcher auf den Blindboden (4) eine Schicht Sand (3), dann Asphalt (2) und in diesem eingebettet der Riemenboden (1) folgt.

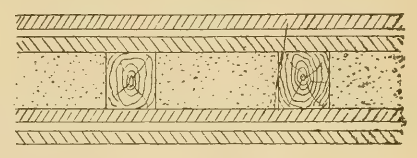


Fig. 93.
Zwischendecke nach Nussbaum.

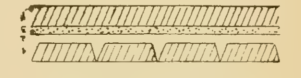


Fig. 94.
Zwischendecke nach Emmerich.

Fig. 95 endlich zeigt eine Zwischendeckenkonstruktion, welche nur aus eisernen Trägern und dazwischen gelagerten Gypsdielen (s. d. S. 211) besteht.

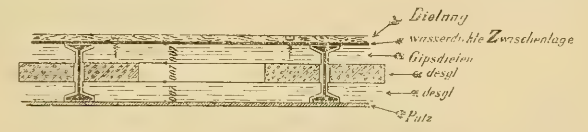


Fig. 95. Zwischendecke aus Gypsdielen.

Zu den Boden- und Deckenkonstruktionen wie zu den übrigen Teilen des Hauses dürfen übrigens nicht beliebige Hölzer verwandt werden, da sonst Erkrankungen des Holzes auftreten und dem Hause Schaden bringen können. Neben dem sogen. »Faulen« und »Sticken« des Holzes kommt besonders der von einem Pilz (Merulius lacrymans) erzeugte Hausschwamm in Betracht. Seine Verbreitung in Deutschland nimmt immer mehr zu und erzeugt bedeutenden Schaden. Um ihn von einem Hause fernzuhalten, müssten an das zu verwendende Holz folgende Anforderungen gestellt werden: Auf Lagerplätzen darf das neue Bauholz nie mit Holz, welches von abgebrochenen Häusern herstammt,

in Berührung kommen. Jede Verunreinigung eines Neubaues durch die Arbeiter ist mit sofortiger Entlassung im Betretungsfalle zu bestrafen. Humusreiche Substanzen, welche gleiche Gefahren wie die Exkremente hervorrufen, sind streng zu vermeiden. Ebenso dürfen Cokes, Steinkohlenlösche, Asche u. s. w. wegen ihres Gehalts an kohlensaurem Kali und ihrer grossen Wassercapacität beim Bau nicht verwandt werden. Das Holzmaterial muss möglichst trocken sein und darf nicht mit feuchtem Füllmaterial in Berührung kommen. Das Streichen der Fussböden mit Oelfarbe muss möglichst lange hinausgeschoben werden. Die Fussböden dürfen nicht hart an die Aussenmauer herantreten, sondern müssen etwa 0.02 m davon abstehen. Die Balkenköpfe sind mit Theer oder Carbolineum zu bestreichen. Bemerkt sei noch, dass nach neueren Untersuchungen (Gotschlich) dem Pilz sowohl jede spezifisch-toxische als auch jede parasitär infektiöse Wirkung auf den menschlichen oder tierischen Organismus abzusprechen ist; der Pilz ist für das Holz sehr gefährlich, für den Menschen aber durchaus harmlos. Dennoch sind Wohnungen, in deren Holzteilen der Pilz wuchert, von der Bewohnung auszuschliessen, weil der Pilz nur unter Verhältnissen fortkommt (grosse Feuchtigkeit), welche auch für die Gesundheit des Menschen nicht unbedenklich sind.

Das Dach

soll das Haus vorzüglich gegen die Niederschläge, dann aber auch gegen eine zu starke Erwärmung durch die Insolation der Sonne im Sommer, und gegen die Kälte im Winter schützen, es soll also, wie auch die senkrechten Wandungen des Hauses, die excessiven Temperaturdifferenzen vom Innern des Hauses abhalten; es bedarf deshalb ebenfalls einer hohen Wärmecapacität und eines geringen Wärmeleitungsvermögens.

Diesen Anforderungen würde ein Holz- oder Strohdach am ersten genügen, wenn es nicht zu feuergefährlich wäre. Dächer aus natürlichen (Schiefer, Solenhoferplatten) wie künstlichen Steinen (Dachziegel) sind feuersicher, haben jedoch nur geringen Einfluss auf die Temperaturregulierung. Am ungünstigsten und deshalb hygienisch verwerflich sind Metalldächer (Blei, Kupfer, Eisen verzinkt

oder mit Oelfarbe gestrichen, Zink), während Cementdächer bessere Wärmeverhältnisse bieten. Da die Holzcementdächer auch zumeist horizontal ausgeführt werden, gestatten sie noch die Verwertung des Daches für kleinere Gartenanlagen.

Das Treppenhaus

muss in erster Linie feuersicher hergestellt sein und so liegen, dass die Treppe bei Ausbruch eines Feuers von allen Teilen des Hauses leicht zu erreichen ist.

Beim Eingang in das Treppenhaus sind Vorrichtungen anzubringen, welche eine Reinigung des Schuhwerks gestatten, damit der von der Strasse mitgebrachte, den Schuhen anhaftende Schmutz abgestreift werden kann. Sehr zweckmässig ist die in Fig. 96 wiedergegebene Einrichtung, welche aus einem in den Fussboden eingelassenen Gitter besteht, an dessen Stäben beim Hinübergehen der Schmutz hängen bleibt und dann in die darunter befindliche Vertiefung herabfällt.

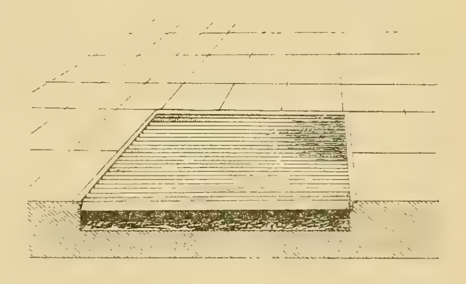


Fig. 96.
In den Fussboden eingelassenes Gitter zum Abstreifen des an den Schuhen haftenden Schmutzes.

Die Treppe muss so konstruiert sein, dass sie leicht zu begehen ist. Dies ist abhängig von der Form der Stufen und der Steigung der Treppe. Auf Treppen mit geraden Stufen, welche an beiden Enden gleich breit sind, geht man sicherer, als auf gewundenen Treppen mit keilförmigen oder Wendelstufen, deren Breite am centralen Teil der Treppe (an der Spindel) viel geringer ist als am peripheren. Die Steigung der Treppe resultiert aus dem Verhältnis der Höhe der Stufen zu deren Breite; die Treppe ist um so steiler, je höher und schmäler die Stufen und umgekehrt. Man erhält bequeme Steigungsverhältnisse, wenn man $2\,h + b = 64$ cm annimmt, wobei h die Steigung, b die Breite des Auftritts bedeutet. Das höchste Mass für Steigungen bei

kurzen Treppen ist 21 cm; Haupttreppen erhalten höchstens 16 cm Steigung und mindestens 32 cm breite Auftritte. Ermüdend wirkt weiterhin eine Treppe, bei welcher eine zu grosse Anzahl von Stufen aufeinander folgen. Es ist zweckmässig nach 12, höchstens 15—18 Stufen eine kurze ebene Strecke, einen sogenannten Podest, Absatz oder Platzl einzuschalten.

Wünschenswert ist es auch, dass dem Treppenhaus Luft und Licht in genügender Menge zugeführt wird. Dies ist bei Treppenhäusern, welche seitliche, direkt ins Freie gehende Fenster besitzen, leicht zu erreichen, viel schwieriger bei denen, welche nur Oberlicht haben. Ein solches Treppenhaus, das vom Kellergeschoss bis unter das Dach reicht, wirkt wie ein Schornstein. In ihm ist stets eine von unten nach oben ziehende Luftströmung vorhanden, welche lästig und sogar schädlich werden muss, wenn, wie dies häufig bei grossen Mietskasernen der Fall ist, im Keller Waschküchen, Werkstätten und auf Treppenpodesten Abtritte sich befinden.

Das Beziehen von Neubauten.

Ein technisch richtig aufgeführtes Haus, welches auch in Bezug auf seine Lage, sein Fundament, die Wandungen, die Ventilations-, Heizungs-, Abtrittsanlagen u. s. w. allen hygienischen Anforderungen genügt, wird nur dann seinen Zweck erfüllen, wenn die Benützung der zum Wohnen bestimmten Räumlichkeiten unter gewissen Einschränkungen erfolgt.

Vor allem ist das Beziehen von Neubauten und Umbauten erst dann zu gestatten, wenn die betreffenden Räume genügend ausgetrocknet sind.

Die Wassermenge, welche beim Bau eines Hauses (Backsteinbau) zum Benetzen der Steine, zum Anmachen des Mörtels benötigt wird, ist eine sehr erhebliche. Pettenkofer hat die für den Bau eines gewöhnlichen Wohnhauses von drei Etagen mit je fünf Zimmern und Küche (Erdgeschoss, erster und zweiter Stock und Kellerraum) notwendige Wassermenge berechnet. Die hiezu erforderlichen 167,000 Ziegel, mit einem annähernden Gewicht von fünf Kilo, nehmen beim Eintauchen

und Uebergiessen mindestens 5% ihres Gewichts an Wasser auf, d. i. 41,750 Liter Wasser. Hiezu kommt das zum Anmachen des Mörtels verwandte Wasser. Es wird ungefähr 1/5 der Mauermasse an Mörtel gebraucht, welcher jedoch viel mehr Wasser enthält, als zum Benetzen der Ziegel notwendig ist und es ist keinesfalls übertrieben, wenn man das im Mörtel enthaltene Wasser ebenso hoch annimmt als das in den Steinen vorhandene, so dass zur Herstellung des oben bezeicheten Neubaues wenigstens 83,500 Liter Wasser notwendig wären, welche Wassermenge grossenteils entfernt sein muss, ehe der Neubau ohne Schaden für die Gesundheit beziehbar ist.

Die hiebei sich abspielenden Prozesse sind folgende: Beim Mauern wird Mörtel aus Aetzkalk und Wasser hergestellt, $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$; die vom Kalk aufgenommene Wassermenge nennt man das Hydratwassér. Es ist aber im Mörtel ausser dem vom Kalk gebundenen, dem Hydratwasser, noch mehr Wasser vorhanden, da ja der Mörtel im flüssigen Zustande aufgetragen wird. Dieses letztere Wasser wird nun nach beendetem Mauern allmählich von den Ziegelsteinen aufgenommen, sie saugen sich damit voll, der Mörtel hat dann, wie man sagt, angezogen. Später wird dieses Wasser wieder nach aussen abgegeben, indem erst die äusseren Partien der Mauer austrocknen und dann das Wasser von innen nach aussen weiter zur Verdunstung vorrückt. Durch dieses Trocknen wird jedoch der Mörtel nicht fest, er bildet auch nach Abgabe des vom Kalk nicht gebundenen Wassers nur eine leicht zerdrückbare Masse. Zum völligen Festwerden, zum steinigen Erhärten gehört noch ein anderer Vorgang.

Es muss nämlich das im Mörtel enthaltene Hydratwasser durch Kohlensäure verdrängt werden, wobei aus dem Aetzkalk kohlensaurer Kalk und Wasser entsteht, das dann ebenfalls verdunstet.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O.$$

Die geschilderten Prozesse verlaufen nebeneinander und man kann durch mechanische und chemische Untersuchungen feststellen, wie weit sie fortgeschritten sind.

Zur mechanischen Prüfung wird Mörtel aus den Fugen

mit einem Hohlbohrer entnommen und auf seine Festigkeit (weich, bröcklich, hart) untersucht.

Zur genauen Bestimmung des Wassergehalts einer Wand muss man an verschiedenen (in jedem Stock wenigstens vier) Stellen vom Putzmörtel (die die Wand bekleidende äussere Schicht) wie vom Fugenmörtel (die zwischen den Steinen befindliche, diese verbindende Schicht) mit Hammer und Meissel resp. Hohlmeissel Proben von 20—100 gr. entnehmen. Die Untersuchung des Wassergehalts der Steine, welcher von dem des Mörtels meist stark abweicht, kann die Analyse des Mörtels vervollständigen. Sind grössere Steine im Mörtel vorhanden, so müssen sie, nachdem die Gesamtprobe gewogen und nachdem die Masse in einer Reibschale zerkleinert ist, entfernt, später bei der Rechnung jedoch berücksichtigt werden. Der Mörtel wird dann in kleinen Kupferschiffchen in einem Wägeröhrchen mit Gummistopfen abgewogen und das Schiffchen in einer Röhre von schwer schmelzbarem Glas auf 100° eine bis anderthalb Stunden erwärmt, während gleichzeitig durch die Röhre ein Strom Luft gesaugt wird, welche vorher Vorlagen mit koncentrierter Schwefelsäure und starker Natronlauge passiert und dabei ihren Wasser- und Kohlensäuregehalt abgegeben hat. Aus der erneuten Wägung ersieht man, wie viel freies Wasser im Mörtel enthalten war.

Den Gehalt an Hydratwasser kann man bestimmen, indem man den schon getrockneten Mörtel glüht, wobei das Hydratwasser entweicht.

$$Ca(OH)_2 = CaO + H_2O$$

und dieses in einer gewogenen Vorlage von Schwefelsäure auffängt. Besser jedoch bestimmt man den Gehalt an Aetzkalk durch Titrierung und berechnet hieraus das vorhandene Hydratwasser. Von Emmerich ist ein Apparat zur Mörteluntersuchung angegeben worden, welcher eine grössere Menge Mörtel zur Untersuchung zu verwenden gestattet.

Man kann Neubauten als trocken bezeichnen, wenn der Gesamtmörtel nicht mehr als 1 % Wasser enthält. (In ganz ausgetrockneten alten Häusern sinkt der Wassergehalt des Mörtels nicht unter 0,4—0,6 % freies Wasser.) Sind jedoch in einem Neubau gute Heizungs- und Lüftungsanlagen

vorhanden, von denen man annehmen kann, dass sie nach Beziehen des Hauses auch benützt werden (Schulen u. s. w.), so kann man mit dem Grenzwert noch in die Höhe gehen und $1^1/_2$—2 % freies Wasser im Gesamtmörtel als Grenze setzen.

Auf die mechanische und chemische Untersuchung zu verzichten und sich mit einer Inspektion, mit Betasten oder Beklopfen der Wand zu begnügen, ist nicht rätlich, da man hierdurch auch kein annähernd sicheres Resultat erhalten kann. Findet man bei der Inspektion eines Neubaues in grösserer Ausdehnung feuchte Flecken, so zeigen diese natürlich schon ohne weitere Untersuchung einen schädlichen Feuchtigkeitsgehalt an.

Wohnungsämter.

Der Aufenthalt in einem Hause, welches allen hygienischen Anforderungen genügt, kann fernerhin auch dadurch schädlich werden, dass dasselbe zu dicht bewohnt wird oder auch, wenn Räume als Wohn- und Schlafzimmer benutzt werden, welche hiezu nicht bestimmt sind. Es darf deshalb nicht gestattet werden, dass Gelasse als Schlafzimmer dienen, wenn sie nicht wenigstens für jedes Kind unter 10 Jahren einen Luftraum von 10 cbm und für jede ältere Person einen solchen von 15 cbm gewähren. Endlich ist es keinesfalls zu erlauben, dass Räume zu längerem Aufenthalt verwandt werden, welche die schon weiter oben angegebenen Bedingungen nicht erfüllen, besonders wenn sie nicht eine genügende Zufuhr von Licht und Luft ermöglichen.

Zur Durchführung der Hygiene des Wohnungswesens sind besondere Behörden zu schaffen, denen die fortwährende Ueberwachung der Wohnungen obliegt. Man hat für sie die Bezeichnung „Wohnungsämter“ vorgeschlagen, deren Thätigkeit durch Gesetz zu regeln ist. Ihre Hauptaufgabe soll in einer regelmässig abzuhaltenden Wohnungsschau behufs Feststellung gesundheitsschädlicher Bauzustände und gesundheitswidriger Wohnungsbenützung bestehen. Auf Grund der dort ermittelten Thatsachen muss ihnen für bestimmte Fälle

das Recht zuerkannt werden, die Schuldigen zur Beseitigung der Misstände anzuhalten, eventuell deren Bestrafung zu veranlassen, die Bewohnung bestimmter Räume oder Gebäude bis auf weiteres oder dauernd zu untersagen und die Hausordnungen und Mietsverträge zu überwachen.

Litteratur: Stübben, „Der Städtebau“, Handbuch d. Architektur; Baumeister, „Moderne Städteerweiterungen“, deutsches Bauhandbuch; Lehmann u. Nussbaum, „Studien über Kalkmörtel und Mauerfeuchtigkeit“, Archiv für Hyg. Bd. 9; Adickes u. Baumeister, „Die unterschiedliche Behandlung der Bauordnungen“, Vierteljahresschr. f. öff. Ges. 1894; F. v. u. M. Gruber, „Anhaltspunkte für die Verfassung neuer Bauordnungen“; E. v. Philippovich, „Wiener Wohnungsverhältnisse“; Nussbaum, „Das Wohnhaus“, Weyl's Hdb. d. Hyg. Bd. 4.

Heizung.

Die in unserem Klima während eines grossen Teiles des Jahres herrschenden Temperaturen sind derart, dass unser Organismus sich vor ihrer Einwirkung schützen muss, um nicht geschädigt zu werden. Die hohen Temperaturen des Sommers und die niederen des Winters können wir ohne weiteren Schutz nicht vertragen und wir verschaffen uns den notwendigen Schutz durch das Anlegen von Kleidern (siehe Kleidung S. 20) und durch den Aufenthalt in geschlossenen Wohnräumen. Unsere Häuser sind gewissermassen auch Kleider, welche aber eine grössere Anzahl Menschen zu gleicher Zeit tragen können, damit sie ihnen Schutz vor Einwirkung extremer äusserer Temperaturen gewähren. Der nur das einzelne Individuum betreffende Schutz der Kleidung, wie der für mehrere Personen bestimmte der Wohnung reichen aber oft nicht aus, es müssen noch besondere Vorkehrungen getroffen werden, eine dem Menschen angenehme, für seine Gesundheit notwendige Temperatur zu beschaffen; in den kalten Wintermonaten muss durch Heizungsvorrichtungen diese Temperatur hergestellt werden.

Ehe auf die Heizanlagen näher eingegangen wird, soll nochmals an die Art und Weise, wie sich die Wärme fortpflanzt, erinnert werden.

Befände sich in einem Raum A, welcher eine Temperatur von 15⁰ hätte, ein mit einer Flüssigkeit gefüllter Körper B, welcher auf 50⁰ temperiert wäre, so würden der Raum A und die in ihm befindlichen Gegenstände allmählich eine höhere Temperatur annehmen, während die Temperatur von B sinken

würde, bis schliesslich A und B auf die gleiche Temperatur gekommen wären. Der Verlauf dieser Temperaturausgleichung ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

1. der spezifischen Wärme, der Wärmecapacität von B und A resp. der in A befindlichen Gegenstände,
2. dem Ausstrahlungsvermögen von B,
3. dem Wärmeleitungsvermögen von B.

Unter spezifischer Wärme oder Wärmecapacität einer Substanz versteht man die Anzahl von Wärmeeinheiten (Calorien), welche notwendig ist, um ein Kilogramm (grosse Calorien) resp. Gramm (kleine Calorien), dieser Substanz um 1° C. zu erhöhen. Die spezifische Wärme verschiedener Körper ist nun nicht gleich, wie die nachfolgende Tabelle zeigt; je nach der Beschaffenheit von B würde also mehr oder minder Wärme in ihm aufgespeichert sein und an die Umgebung abgegeben werden können.

	Spez. Wärme	Wärme-Capacität pro 1 cbm.
Schmiedeeisen	0,114	886
Gusseisen	0,139	935
Messing	0,094	751
Kupfer	0,095	844
Glas	0,178	442
Gyps	0,273	630
Quarz	0,189	502
Backstein	0,189	340
Wasser	1,0	1,000
Wasserdampf bei konstant. Druck	0,301	0,191
Luft bei konstant. Druck	0,238	0,312

Wäre also B aus Eisen, so wäre in ihm mehr Wärme aufgespeichert, als wenn B z. B. aus Glas oder Backstein hergestellt wäre. Wäre der Raum A ganz leer, nur mit Luft gefüllt, so könnte diese durch die von B ausgestrahlte Wärme auf eine viel höhere Temperatur gebracht werden, als wenn in A Gegenstände aus Glas, Gyps, Backstein u. s. w. aufgestellt wären, da deren Wärmecapacität ganz bedeutend grösser ist als die der Luft.

Die Abgabe der in B aufgespeicherten Wärme ist weiterhin von der Beschaffenheit der Oberfläche und der Wandungen abhängig. Die erstere, die Beschaffenheit der Oberfläche bedingt das Wärmeausstrahlungsvermögen. Nach Péclet strahlt 1 □m Oberfläche bei einer Temperaturdifferenz von 1° in einer Stunde folgende Wärmemengen (Calorieen) aus.

Kupfer	0.16	Holz	3.60
Messing poliert	0.258	Wollenstoff	3.68
Schwarzblech poliert	0.45	Kattun	3.65
„ gewöhnlich	2.77	Seidenstoff	3.71
Bausteine	3.60		

Wie verschieden die Wärmemengen sind, welche durch Leitung, durch Transmission abgegeben werden, zeigt endlich die nachfolgende Tabelle, in welcher die Anzahl Calorieen aufgeführt sind, welche 1 □m Oberfläche abgibt, wenn der wärmeabgebende (durchleitende) Körper 1 m dick und die Temperaturdifferenz der äusseren (Wärme emittierenden) und inneren (Wärme absorbierenden) Fläche 1° C. beträgt.

Platin	75	gebrannter Thon	0.51—0.63
Kupfer	69	Fichtenholz über Hirn	0.093
Eisen	28	„ parallell den Fasern	0.170
feinkörn. Marmor	3.48	Kork	1.143
grobkörn. „	2.78	Kautschuk	0.170
feinkörn. Kalkstein	1.70—2.08	Zerstoss. Ziegelstein	0.139—0.165
grobkörn. Lias-Baustein	1.27—1.32	Holzasche	0.060
Sägemehl	0.065		
Baumwolle	0.040		
Cardierte Wolle	0.004		
Eiderdaunen	0.039		
Leinwand	0.043—0.052		

Von der Beschaffenheit der Oberfläche und der Wandungen von B wird also der Verlauf der Wärmeabgabe an A abhängig sein.

Aus der kurzen Erörterung der bei der Fortpflanzung der Wärme mitspielenden Faktoren ist ersichtlich, welche Bedeutung bei Anlage von Heizvorrichtungen die Wahl des Heizkörpers hat; es ist leicht begreiflich, wie verschieden z. B. ein massiger dickwandiger Kachelofen und ein dünnwandiger, eiserner Ofen wirken müssen.

Durch besondere Einrichtungen — Heizungsanlagen — muss also in den Wohnungen während der kalten Jahreszeit eine dem Menschen angenehme und gesunde Temperatur erzeugt werden. Dies geschieht durch Verbrennung von Heizmaterial, kohlenstoffreichen Substanzen, bei welchem Prozess Wärme frei wird.

Der Verlauf des Verbrennungsprozesses ist ein ziemlich komplizierter. Durch die bei der Verbrennung entstehende Wärme wird zunächst das Brennmaterial vergast, indem verschiedenartige Kohlenwasserstoffe gebildet werden, die schliesslich zu CO_2 und H_2O verbrennen.

Bei mangelnder Luftzufuhr ist die Verbrennung eine unvollständige, Kohlenwasserstoffe bleiben unverbrannt oder werden zum Teil nur zu Kohlenoxyd (CO) umgewandelt. Bei mangelnder Luftzufuhr und Abkühlung der Flamme ist die Verbrennung noch unvollständiger; die abziehenden Verbrennungsgase enthalten dann ausser CO_2, Wasserdampf, CO und Kohlenwasserstoffen noch unverbrannte Kohlenstoffteilchen, welche dann das Rauchen und Russen der Flamme bedingen (s. hierüber auch Seite 108).

Man nennt die bei vollkommener Verbrennung von 1 kg Brennstoff gebildete Wärmemenge calorimetrischen Effekt oder theoretischen Heizwert und drückt diesen in Calorieen oder Wärmeeinheiten aus.

Der theoretische Heizwert ist von der Zusammensetzung der Brennmaterialien abhängig.

Im Gegensatz zu diesem theoretischen Heizwert steht der wirklich nutzbare, der Heizeffekt, der ganz von der Güte der Heizanlage abhängig ist. Derselbe beträgt bei sehr guten Heizvorrichtungen höchstens $^9/_{10}$ des theoretischen Heizwertes; er kann bei schlechten Heizanlagen (Kamine) auf nur 5% herabgehen.

Zur Erzielung eines günstigen Heizeffekts ist die Zufuhr einer bestimmten Luftmenge notwendig. Wird zu viel Luft eingeführt, so geht ein beträchtlicher Teil der Wärme verloren, weil die überschüssige Luft auch erwärmt werden muss und dadurch eine Abkühlung des ganzen Verbrennungsprozesses hervorgerufen wird; wird wenig Luft hinzugeführt, so ist die

Verbrennung eine unvollständige. Bei den gewöhnlichen Heizanlagen wird bei Zufuhr der zwei- bis dreifachen Menge der zur Verbrennung theoretisch notwendigen Luft der günstigste Heizeffekt hervorgerufen.

Um über den Wert der gebräuchlichsten Heizmaterialien im Verhältnis zu ihrem Preise ein Urteil zu gewinnen, ist auf der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt, wie viel die gebräuchlichsten Heizmaterialien kosten, welche Calorieenmenge unter Annahme der theoretischen Verbrennung entstehen würde, und wie hoch sich der Preis von 1000 Calorieen stellt.

Heizmaterial *)	Menge	Anzahl der Calorieen, welche bei theoret. Verbrennung entstehen würden	Kosten	Kosten pro 1000 Calorieen
Gute Steinkohle	1 Kg	7100	2.0— 3.2 Pf.	0.28— 0.45 Pf.
Gewöhnl. Heizkohle	1 „	5000	2.0— 2.8 „	0.40— 0.55 „
Coks	1 „	7200	2.0— 3.0 „	0.28— 0.42 „
Fichtenholz (weich)	1 cbm (cc. 714 Kg)	2213400	600.0—1000.0 „	0.27— 0.45 „
Buchenholz (hart)	1 „ (cc. 980 Kg)	3430000	1000.0—1500.0 „	0.29— 0.45 „
Torf	1 Kg	4500	2.3— 2.5 „	0.51— 0.56 „
Petroleum	1 „	11000	25.0— 32.0 „	2.27— 2.91 „
Spiritus	1 „	7000	60.0— 80.0 „	8.57—11.43 „
Leuchtgas	1 cbm	5000	12.0— 18.0 „	2.40— 3.60 „

Die dem Menschen angenehme und zuträgliche Temperatur, welche durch die Heizung hervorgebracht werden soll, schwankt innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Je nach dem Körperzustand, der Bekleidung, besonders aber der Beschäftigung ist eine mehr oder minder hohe Temperatur erwünscht.

Zweckmässig sind für

Wohnzimmer	17—20° C.
Kinderzimmer	18—21° „
Badezimmer	20—22° „
Schlafzimmer	12—16° „
Arbeitszimmer	17—19° „
Werkstätten, je nach der Beschäftigung der Arbeiter	10—17° „

*) Nach Schilling, Neuerungen auf dem Gebiete der Erzeugung und Verwendung des Steinkohlengases, München 1892.

Turnsäle	13—15° C.
Krankenzimmer	17—20° „
Theater, Versammlungssäle . . .	19—20° „

Man muss nun vom hygienischen Standpunkte an eine Heizanlage folgende Anforderungen stellen:

1. muss sie die für den Raum geforderte Temperatur herstellen und auch bei wechselnder Aussentemperatur gleichmässig erhalten können; sie muss also regulierfähig sein;

2. soll die Temperatur in allen Teilen des Raumes möglichst gleich sein;

3. darf die Heizung der Luft des Wohnraumes weder gas- noch staubförmige Verunreinigungen zuführen;

4. soll sie nicht feuergefährlich sein und

5. muss sie eine gute Ausnützung der Wärme der Verbrennungsgase gestatten.

Lokal- oder Einzelheizungen.

Die zur Erwärmung bewohnter Räume verwandten Heizanlagen unterscheidet man in Lokal- oder Einzelheizungen und Central- oder Sammelheizungen. Bei den ersteren wird die Wärme in jedem zu beheizenden Raume in einer besonderen Heizung erzeugt, während bei den letzteren eine Anlage für mehrere Räume in einem von diesen getrennten Lokale sich befindet.

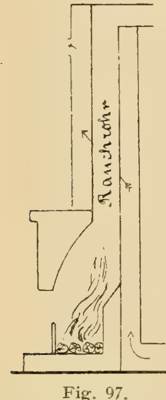


Fig. 97.
Galtons Kamin.

Die Einzel- oder Lokalheizungen zerfallen in Kamin-, Ofen- und Gasheizungen.

Bei der Kaminheizung wird das Heizmaterial in einer Nische offen verbrannt; die Heizgase werden direkt in den Schornstein abgeführt. Das Feuer gibt fast ausschliesslich durch Strahlung Wärme ab, nicht durch Leitung. Der Heizeffekt ist deshalb ein sehr geringer und beträgt nur etwa 5°/o des theoretischen. Die gewöhnlichen Kamine sind daher in unserm Klima ohne jede praktische Bedeutung; sie dienen nur zur Ausschmückung der Wohnräume.

Etwas günstiger in der Wirkung ist der in Fig. 97 abgebildete Galton'sche Kamin, bei welchem um das Rauchrohr herum ein Kanal liegt, welcher mit der Aussenluft derart in Verbindung steht, dass die entströmende frische Luft an dem Rauchrohr emporsteigt, sich erwärmt und dann in das Zimmer eintritt.

Besser ist die Ausnützung der gebildeten Wärme bei der Ofenheizung; bei richtiger Konstruktion und sachgemässer Bedienung können bis 50% der gebildeten Wärme für die Heizung verwendet werden.

Die einfachste Art der Ofenheizung ist die mit gusseisernen, sogenannten Kanonenöfen. In einem kurzen gusseisernen Rohr (s. Fig. 98) wird das Heizmaterial verbrannt, die Heizgase treten dann sofort in das Rauchrohr ein. Derartige Oefen haben einen Vorteil, sie lassen sich schnell anheizen, sonst aber nur Nachteile. Bei längerer Heizung muss fortdauernd Heizmaterial nachgeschüttet werden, der Ofen braucht also eine ständige Bedienung. Das Gusseisen gibt, da es ein guter Wärmeleiter ist, die aufgenommene Hitze sehr schnell ab, eine Wärmeaufspeicherung findet nicht statt und erkaltet der Ofen, sowie das Feuer erloschen. Die Wandungen des Ofens werden leicht glühend; die auf dem Ofen abgelagerten Staubteilchen verbrennen und verunreinigen die Luft des Zimmers. Die Wärmeabgabe geschieht zumeist durch Strahlung, was unter gewissen Umständen unangenehm und schädlich ist.

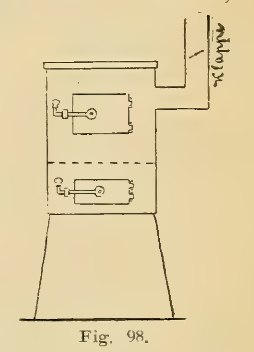


Fig. 98.
Gusseiserner Kanonenofen.

Zur Verhinderung der schnellen Auskühlung hat man früher im Rauchabzugsrohr eine Klappe angebracht, durch deren Schluss die Verbrennung des eingeführten Heizmaterials verlangsamt werden sollte. Bei allzu frühzeitigem Schliessen der Klappe traten die Heizgase in das Zimmer; das bei der unvollkommenen Verbrennung reichlich vorhandene Kohlenoxydgas (CO) verursachte Vergiftungen. Derartige Klappen sind daher jetzt mit Recht in den meisten Städten polizeilich verboten.

Ein Gefahr, dass durch das glühend gewordene Gusseisen auch bei Oefen, welche keine Klappe haben, Kohlenoxyd austreten könne, besteht übrigens nicht, da die kältere und demnach schwerere Zimmerluft auf die bedeutend wärmere und leichtere Luft im Innern des Ofens einen Ueberdruck ausübt und ein Austreten der Heizgase in das Zimmer nicht gestattet.

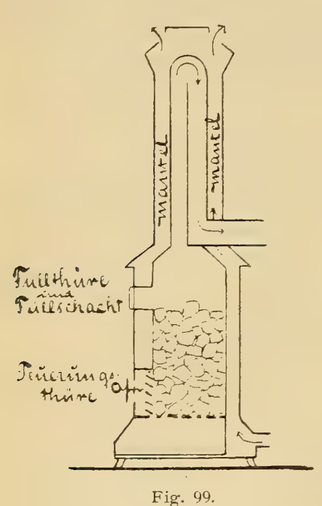


Fig. 99.
Mantel-Regulier-Füllofen.

Die vielen Nachteile des gewöhnlichen gusseisernen Ofens sind bei einer grossen Anzahl Konstruktionen vermieden, welche in den letzten Jahren unter dem Namen Mantel-Regulier-Füllöfen, zuerst von Meidinger eingeführt wurden, von denen Fig. 99 ein Schema zeigt. Der Feuerraum besteht aus einem Cylinder, welcher durch eine oben angebrachte Thüre mit dem Heizmaterial angefüllt wird. Das Material reicht für eine ganze Heizperiode, 12—24 Stunden aus. Damit es nicht zu schnell verbrennt, wird die Luftzufuhr durch die vor der Heizung befindliche Feuerungsthüre, welche beliebig geschlossen und geöffnet werden kann, reguliert. Wärmeabgabe durch Strahlung findet nicht statt, weil der Ofen in einer Entfernung von fünf bis fünfzehn Centimeter mit einem Mantel umgeben, dessen Innenraum mit der Zimmerluft kommuniziert. Dieser Raum kann auch mit der Aussenluft in Verbindung gesetzt werden, in welchem Fall der Ofen dem Zimmer frische, erwärmte Luft zuführt.

Zu den am meisten verbreiteten, eisernen Regulier-Füllöfen gehören die sogenannten Amerikanischen Oefen (Fig. 100). Ihnen eigentümlich ist ein Korbrost, auf welchen das Heizmaterial — eine schlackenfreie sogenannte Anthracitkohle — durch den Trichter nach Abnahme des Deckels eingebracht wird. Beim Anheizen treten die Heizgase direkt in das Rauchrohr ein. Später müssen dieselben zur besseren Ausnützung ihrer Wärme einen weiteren Weg nehmen. Nach Schluss

einer Klappe gehen sie, nach unten steigend, in den röhrenförmigen Sockel des Ofens, durchstreichen den Sockel und treten auf der andern Seite in die Höhe und schliesslich in das Rauchrohr ein. (Der Weg ist in der Zeichnung duch die punktierte Linie angedeutet). Der obere Teil des Ofens ist mit einem Mantel umgeben, durch welchen die Zimmerluft circulieren kann. An dem mittleren Teil sind zwei Reihen Glimmerfenster angebracht, welche das Feuer sichtbar machen. Die Heizung wird reguliert, indem durch verschiedene Stellung der Klappe (K_2) mehr oder weniger Luft zugeführt wird. Am Ansatz des Rauchrohres ist eine Platte angebracht, auf welcher man in einer flachen Schale Wasser verdunsten lassen kann.

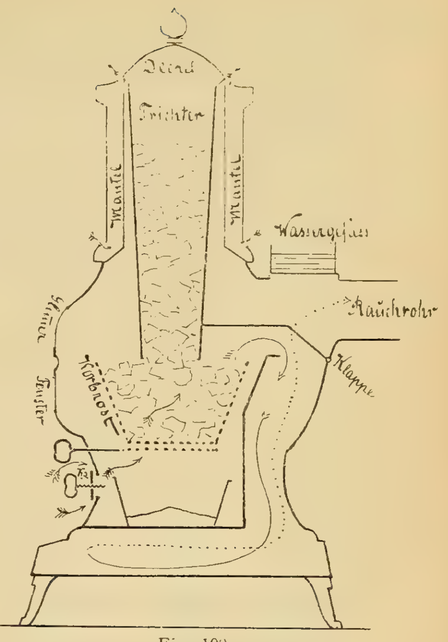


Fig. 100.
Amerikanischer Füllofen.

Die Bedienung der Oefen ist eine sehr einfache; einmal angeheizt brennen die Oefen den ganzen Winter hindurch; man hat nur nötig jeden Tag den Fülltrichter mit der freilich ziemlich teuren Anthracitkohle zu füllen und die Asche zu entfernen.

Der in Fig. 101 wiedergegebene „Irische Ofen“ brennt ebenfalls, wenn er mit Cokes oder Anthracitkohle geheizt wird, die ganze Heizperiode ununterbrochen durch. Die Konstruktion des Ofens ist aus der Abbildung ersichtlich. Der Ofen ist mit Chamottesteinen ausgemauert, weil diese das Glühendwerden der äusseren Wandungen verhindern, wodurch die Ab-

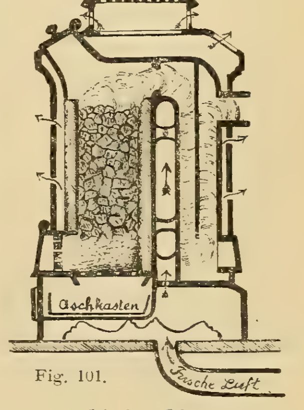


Fig. 101.
Irischer Ofen.

gabe der Wärme durch Strahlung grossenteils verhindert wird.

Derartige Dauerbrenner mit kontinuierlichem Betrieb sind der bisher meist üblichen diskontinuierlichen Heizung bedeutend vorzuziehen. Bei kontinuierlichem Betrieb braucht nach erfolgtem Anheizen die Heizung — Central- oder Lokalheizung — stets nur die Wärmemenge zu liefern, welche durch die Wandungen der zu beheizenden Räume nach aussen abgegeben wird, die Heizung muss nur verhüten, dass die schon warmen Räume abkühlen. Bei diskontinuierlicher Heizung, wenn also jeden Tag immer wieder von neuem angeheizt wird, müssen erst die abgekühlten Räume und vor allem deren erkaltete Wandungen mit ihrer hohen spezifischen Wärme auf die gewünschte Temperatur gebracht werden, wodurch in der Anheizungs-Periode ganz erheblich mehr Wärme gebraucht wird.

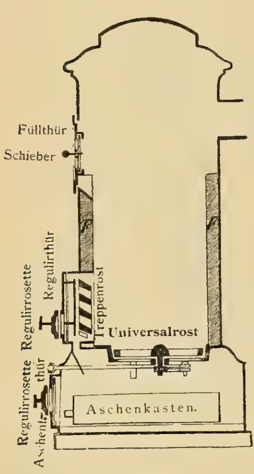


Fig. 102.
Füllregulierofen von Wurmbach.

Ist bei Verwendung von Dauerbrennern ohne Mühe eine stets gleiche Temperatur zu erhalten, so hat die diskontinuierliche Heizung die grossen Nachteile, dass beim Beginn des Tages die Räume kalt sind und durch starkes Heizen erst nach mehreren Stunden erwärmt werden können. Die Regulierung der Heizung, die Verhütung einer zu starken Abkühlung wie einer Ueberheizung kann man mit Dauerbrennern sehr leicht, bei diskontinuierlicher Heizung äusserst schwierig und nur bei besonderer Aufmerksamkeit des Heizers erreichen.

Bei den eben erörterten Vorzügen würden die amerikanischen und irischen Oefen eine noch grössere Verbreitung finden, wenn Cokes und Anthracitkohlen, mit welchen sie allein geheizt werden können, nicht sehr teuer wären und letztere überhaupt nur in bestimmten Gegenden vorkämen, daher schwer zu beschaffen sind.

Es sind deshalb in neuerer Zeit verschiedene Ofenkonstruktionen angegeben worden, welche die Erzeugung von

Dauerbrand auch mit gewöhnlicher Kohle gestatten. Bei den Füllregulieröfen von Wurmbach (s. Fig. 102) wird dies durch einen besonders konstruierten Universalrost erreicht. Die weitere Konstruktion des Ofens ist aus der Abbildung zu ersehen.

Die meiste Verbreitung haben wohl die Kachel- oder Massenöfen, auch Berliner Oefen genannt. Ihre Wandungen sind aus Kacheln, das Innere aus Mauer- und Dachziegeln hergestellt. In ihrem unteren Teil befindet sich der Feuerraum mit Planrost, Aschenfall, die durch fest schliessende Thüren mit regulierbarer Luftzufuhr verschlossen sein müssen. Horizontal oder (wie in der Abbildung Fig. 103) vertikal angebrachte Züge zwingen die Heizgase, vor ihrem Eintritt ins Rauchrohr einen möglichst langen Weg zu nehmen, damit deren Wärme gut ausgenützt wird.

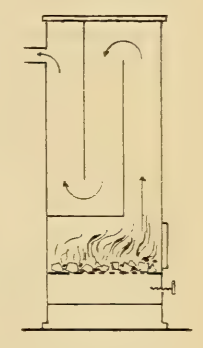


Fig. 103
Kachel- oder Massenofen.

Die Kachelöfen bieten viele Nachteile. Infolge ihrer grossen Masse lassen sie sich nur langsam anheizen und erwärmen den zu beheizenden Raum erst Stunden lang nach Beginn des Heizens. Die Wärmemenge, welche sie in sich aufspeichern, reicht dann zwar lange Zeit zur Erwärmung aus, es besteht jedoch nur eine beschränkte Möglichkeit, die Abgabe der Wärme zu regulieren. Nach beendetem Anheizen müssen fernerhin zur Erhaltung der dem Ofen innewohnenden Wärme die Aschen- und Heizthüre geschlossen werden; der Ofen entnimmt dann dem Zimmer keine Luft mehr und wirkt somit nicht wie andere Oefen, welche fortdauernd brennen und dabei stets Luft absaugen, ventilatorisch. Es ist dies besonders deshalb ungünstig, weil die ventilatorische Wirkung aufhört, wenn der Ofen und das Zimmer warm und damit bewohnbar geworden ist und bewohnt wird.

Mit der Lönholdtschen Sturzflammenfeuerung kann bei Kachelöfen auch die kontinuierliche Feuerung, unter Verwendung jedes Brennmaterials, eingeführt werden, wobei dann die sonstigen Nachteile des Kachelofens fortfallen.

Es wird dies durch die eigenartige Konstruktion des Rostes ermöglicht, welcher aus einzelnen pendelnden Stäben besteht. Das Heizmaterial *K* (s. Fig. 104 und 105) wird durch die Füllthüren *F* auf den Pendelrost *PK* gebracht. Die Heizgase *H* steigen nicht senkrecht nach dem Kamin, sondern werden gezwungen, sich in den Schlitz eines in der Mitte des Ofens befindlichen Chamottesteins *C* zu stürzen, wodurch eine innige Mischung der Verbrennungsgase mit dem Sauerstoff der Luft und damit eine vollständige Verbrennung des Heizmaterials erreicht wird. Die Verhütung der Bildung von Rauch und Russ ist ein weiterer Vorzug dieser Feuerung. Der Brand der Heizgase ist durch die an der Vorderseite eingesetzte Glimmerthür *G* sichtbar.

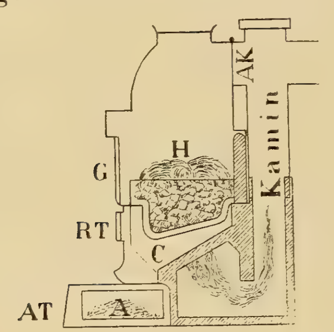


Fig. 104.
Ofen mit Lönholdt'scher Sturzflammenfeuerung.

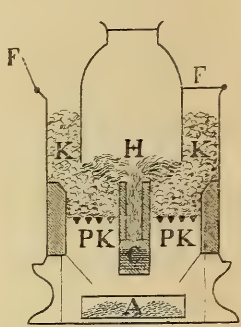


Fig. 105.
Ofen mit Lönholdt'scher Sturzflammenfeuerung.

Zur Beseitigung der oben bezeichneten Uebelstände der Kachelöfen sind Oefen konstruiert worden, welche ein Mittelding zwischen eisernen und Kachelöfen bilden. Die inneren Teile sind aus Gusseisen konstruiert, die Wandungen mit Kacheln belegt. Solche Oefen lassen sich rascher anheizen wie gewöhnliche Kachelöfen, ohne so schnell abzukühlen wie die eisernen Oefen. In Nachahmung der Mantelöfen hat man auch die Kacheln doppelwandig gemacht und die Oefen derart eingerichtet, dass zwischen den beiden Wandungen die Zimmerluft circulieren und sich erwärmen kann.

In neuerer Zeit hat die Heizung mit Gas (Näheres über Gaserzeugung s. unter Beleuchtung) eine weite Verbreitung gefunden. Die Vorzüge der Gasheizung sind mannigfache.

Eine Bedienung der Oefen, Unterbringung und Transport des Heizmaterials, Beseitigung der Heizrückstände (Asche) mit den dadurch bedingten Nachteilen (Staub und Schmutzbildung) fällt ganz weg, so dass in dieser Hinsicht die Gasheizung die Centralheizung noch übertrifft. Die Regulierung oder völlige Unterbrechung der Heizung ist mit blosser Aenderung der Gashahnstellung leicht und bequem ausführbar. Die Heizung ist bei Anwendung eines guten Ofens ganz rauch-, russ- und geruchfrei und vom hygienischen Standpunkte einwandfrei, wenn durch Anlage von Abzügen für eine vollständige Entfernung der Heizgase gesorgt ist. Ohne einen Abzug sind Gasöfen zu verbieten, da durch den Uebertritt der Verbrennungsgase in die Zimmerluft Vergiftungen vorgekommen sind.

Ein Hauptvorzug der Gasheizung besteht darin, dass sie sofort in und ausser Betrieb gesetzt werden kann und sehr rasch die erforderliche Wärme liefert, weshalb sie schon seit längerer Zeit für Heizung von Kirchen und Versammlungsräumen benützt wurde nnd neuerdings auch in Küchen zur Herstellung der Speisen angewandt wird. Während der heissen Sommermonate braucht dann nicht mehr der gewöhnlich sehr massig konstruierte Kochherd angeheizt zu werden, in welchem nach beendeter Zubereitung der Speisen immer noch eine grosse Wärmemenge aufgespeichert ist, welche allmählich an die an und für sich warmen Wohnräume abgegeben wird. Allen diesen Vorzügen gegenüber ist es sehr zu bedauern, dass die Kosten des Betriebes der Gasheizung enorm hoch sind. Wie aus der Seite 227 mitgeteilten Tabelle hervorgeht, kosten 1000 Cal. bei Verwendung guter Steinkohle 0.28—0.45 Pfg. bei Gasheizung 2.4—3.6 Pfg., also wäre bei gleicher Ausnützung der Wärme die Gasheizung etwa 10 mal so teuer, als die Heizung mit guten Steinkohlen. Wenn nun auch die Ausnützung der Wärme bei Gasheizungen erheblich besser ist, als bei den anderen Heizsystemen, so ist der Unterschied keinesfalls so bedeutend, dass die Kosten der Gasheizung auch nur annähernd so gering wären als bei Heizung mit den sonst üblichen Heizanlagen.

Bei den vielen Vorzügen der Gasheizung wäre daher auch vom hygienischen Standpunkte die Reduktion des Gaspreises sehr

zu wünschen. Trotz der an einzelnen Orten eingeführten Ermässigung des Gaspreises bei Verwendung des Gases zum Heizen ist dessen Preis immer noch 2—3 mal höher als die Herstellungskosten.

Zur Gasheizung stehen Oefen mit leuchtender oder nicht leuchtender Flamme nach verschiedenen Systemen zur Verfügung.

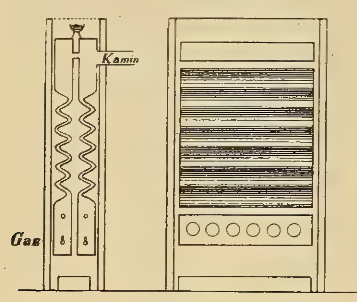


Fig. 106.
Gasofen der Anilin- und Sodafabrik Ludwigshafen.
(Querschnitt und vordere Ansicht).

Fig. 106 stellt einen Ofen in Querschnitt und vorderer Ansicht dar, welcher in der Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen seit mehreren Jahren sich gut bewährt hat. Der aus poliertem Schwarzglanzblech hergestellte Heizkörper, welcher aus zwei getrennten Kammern besteht, von welchen eine allein oder beide zusammen geheizt werden können, ist auf der Vorder- und Hinterseite gewellt. Die Verbrennungsprodukte der angezündeten Flammen geben ihre Wärme an die Wellblechwände ab und gelangen schliesslich in den Kamin. Zwischen den erwärmten Wandungen der Heizkammern steigt die kalte Luft auf, erwärmt sich und tritt oben aus.

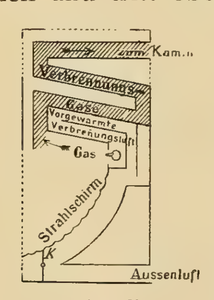


Fig. 107.
Doppelregenerativ-Gasofen von Schäffer und Walcker.

Mit leuchtender und sichtbarer Flamme brennt z. B. der in Fig. 107 schematisch wiedergegebene Doppelregenerativ-Gasofen von Schäffer und Walker. Bei dem in Kaminform hergestellten Ofen tritt die Verbrennungsluft unten ein, erwärmt sich am Strahlschirm und den Wandungen der die Verbrennungsgase abführenden Kammer und tritt erst dann zu dem röhrenförmigen Gasbrenner, wodurch eine besondere günstige Heizwirkung (Wärmeausnützung von 90% und darüber) erzielt werden soll. Bei diesem und ähnlich konstruierten Gasöfen wird die Wärme zum grossen Teil durch Strahlung abgegeben. Die Wärmestrahlen werden durch den Strahlschirm nach dem Zimmer geworfen.

Eine am unteren Teil des Ofens angebrachte Klappe gestattet entweder Zimmer- oder Aussenluft zur Verbrennung zuzuführen.

Die Gasheizung kann besonders gefährlich werden, wenn statt des Leuchtgases das billigere Wassergas zur Verwendung kommt. Dieses wird hergestellt, indem heisser Wasserdampf über glühende Kohlen oder Coks geleitet wird, wobei der Wasserdampf zerlegt und ein Gemenge von Wasserstoff (50), Kohlenoxyd (41), Kohlensäure (4) und Stickstoff (5 Volumprocent), letzterer von der atmosphärischen Luft herrührend, entsteht. Die Zerlegung erfolgt hauptsächlich nach Formel $C + H_2O = CO + H_2$, nebenbei auch nach der Formel $C + 2\,H_2O = CO_2 + 2\,H_2$. Die Herstellung des Wassergases ist erheblich billiger als die des Leuchtgases; die Kosten betragen etwa die Hälfte. Der hohe Gehalt an Kohlenoxyd und die Geruchlosigkeit des Gases bedingen die grosse Gefahr bei dessen Benützung, welche ohne besondere Vorsichtsmassregeln (selbstthätiges Absperren der Leitung bei Erlöschen der Flamme, Beimengung riechender Substanzen (Mercaptan) zum Gase behufs leichterer Entdeckung undichter Stellen, Verlegung der Gasröhren ausserhalb der Wohnräume u. s. w.) nicht gestattet werden sollte.

Praktisch ohne erhebliche Bedeutung und vom hygienischen Standpunkte aus zumeist als schädlich sind Oefen ohne Abzugskanal, so z. B. die Carbonatronöfen zu bezeichnen. Dieselben werden mit gereinigter Buchenholzkohle geheizt, ohne dass die dabei entstehenden Heizgase durch ein Rauchrohr abgeführt werden, weil, wie behauptet wird, hierbei schädliche Verbrennungsprodukte nicht entstehen. Wiederholt vorgekommene Vergiftungen bei Verwendung derartiger Oefen haben die Unrichtigkeit dieser Behauptung erwiesen.

Die Oefen enthalten gewöhnlich in einem besonderen Gefäss eine Mischung von 1 Teil essigsaurem und 10 Teilen unterschwefligsaurem Natron, welche Salze bei der Erhitzung in ihrem Krystallwasser schmelzen und dabei Wärme binden. Beim Erstarren wird dann die gebundene Wärme wieder frei und wirkt somit das Salzgefäss als Wärmereservoir. Diese

Reservoire sind jedoch auch bei jeder anderen Heizungsart zu verwenden.

Die Wahl eines Ofens

erfolgt zumeist nur unter Berücksichtigung der Grösse (Cubikinhalt) des zu beheizenden Raumes Dies ist unrichtig; es muss vielmehr die Lage des Zimmers, die Art und Dicke der Wandungen, Anzahl der Fenster u. s. w. berücksichtigt werden. Ein Raum, welcher in der Mitte eines grösseren Hauses mit geschlossener Bauweise gelegen ist, wird viel leichter zu beheizen sein, als ein gleich grosses Eckzimmer einer Villa mit offener Bauweise.

Durch den Umstand, dass diese Verhältnisse nicht berücksichtigt werden und dass die Aufstellung der Oefen zumeist Handwerkern überlassen und nicht, wie es nötig wäre, von fachkundigen Ingenieuren besorgt wird, entstehen sehr häufig Heizanlagen, welche hygienischen Anforderungen in keiner Weise genügen.

Central- oder Sammelheizungen.

Die Centralheizungen bieten im Gegensatz zu den Lokalheizungen verschiedene Vorteile:

1. Die Bedienung ist eine einfachere, da für mehrere oder sämtliche zu beheizende Räume nur eine Heizanlage versorgt werden muss; die Heizmaterialien brauchen nicht in jeden einzelnen Raum, besonders nicht in die höheren Etagen transportiert zu werden,

2. die Verbrennung ist, weil leichter zu beaufsichtigen, besser zu regulieren, die Wärmeausnützung ist deshalb eine günstigere,

3. die Wohnräume werden durch die Abfälle der Heizmaterialien, wie durch Rauch, Asche und Russ nicht verunreinigt,

4. die Korridore und das Treppenhaus können ohne bedeutende Mehrkosten mitbeheizt werden, wodurch das ganze Haus wohnlicher, die Erkältungsgefahr geringer wird.

Andrerseits sind Centralheizungen

1. in der Anlage kostspielig,

2. benötigen sie eine geschulte und aufmerksame Bedienung,

3. sind Fehler in der Anlage oft schwer zu beseitigen,

4. muss bei notwendigen Reparaturen das ganze Gebäude die Heizung entbehren.

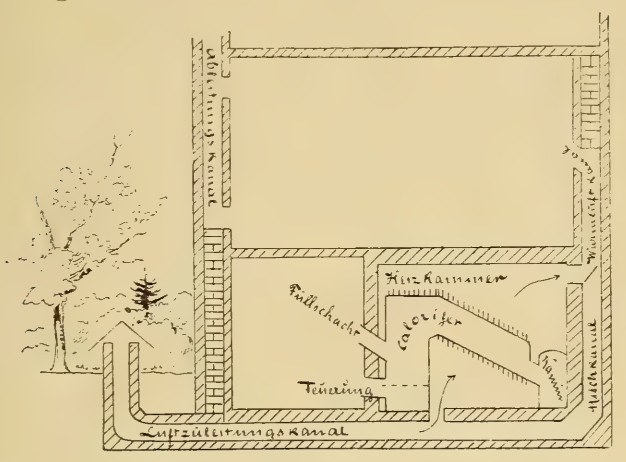


Fig. 108. Luftheizung.

Die älteste der Centralheizungen ist die Luftheizung (1823 in Wien eingeführt). Sie beruht darauf, dass in einer Heizkammer, welche unter den zu beheizenden Wohnräumen liegt, die dort vorhandene Luft erwärmt und in besonderen Kanälen nach oben geführt wird.

Fig. 108 zeigt das Schema einer Luftheizungsanlage. Durch den Luftzuleitungskanal, dessen Ende, wenn möglich, in einem Garten so angelegt ist, dass eine Verunreinigung der zugeführten Luft ausgeschlossen, strömt die Luft in die Heizkammer ein, wo sie durch den darin befindlichen Calorifer erwärmt wird.

Die Heizkammer muss derart hergestellt sein, dass sich an den Wänden und am Boden kein Staub ablagern kann. Damit auch von aussen kein Staub eindringt, ist die Heizkammer durch eine doppelte Thür von der Umgebung abzuschliessen und jeden Monat wenigstens einmal gründlich zu reinigen. Auch der Ofen ist so einzurichten, dass er von aussen bedient werden kann, damit die Luft der Heizkammer weder durch den Heizer, noch durch die Heizmaterialien verunreinigt wird.

Auf die Konstruktion des Ofens ist besondere Sorgfalt zu verwenden; er muss absolut dicht sein, damit die Heizgase nicht in die Luft der Heizkammer übergehen. Ferner muss die Heizfläche so gross gewählt werden, dass eine Ueberhitzung derselben nicht notwendig ist, weil sonst etwa vorhandener Staub verbrennen und die Verbrennungsprodukte der Heizluft sich beimengen würden.

Von der Heizkammer geht in jeden zu beheizenden Raum ein besonderer Warmluftkanal; mit diesem kommuniziert der Mischkanal, in welchen nach Belieben frische, kalte Luft eingeführt werden kann, damit dann die Mischluft eine dem Wärmebedürfnis entsprechende Temperatur erhält. Die Temperatur der in die zu beheizenden Räume einströmenden Luft darf 40—50° nicht übersteigen, die Ausströmungsöffnung muss über Kopfhöhe, also 2 m über dem Fussboden liegen. Der Querschnitt der Zufuhrkanäle ist so zu wählen, dass die Geschwindigkeit der einzuführenden warmen Luft einen Meter pro Sekunde nicht übersteigt. Zur Entfernung der verbrauchten Luft dienen die Ableitungs- oder Ventilationskanäle, deren jeder in jedem Raum zwei Ausströmungsöffnungen haben muss. Die eine befindet sich in der Nähe des Fussbodens; die zweite, in der Nähe der Decke, soll nur dann benützt werden, wenn die Temperatur so hoch, dass eine direkte Abführung der zugeführten erwärmten Luft erwünscht erscheint. Sie wird weiterhin ausschliesslich benützt, wenn die Luftheizungsanlage im Sommer zur Ventilation benützt wird. Es tritt dann durch den Luftzuführungskanal kalte Luft ein, die sich mit der Zimmerluft vermischt, erwärmt, nach oben strömt und von dort durch die obere Ausströmungsöffnung abgesaugt wird.

Die Luftheizungen bieten viele Vorteile. Die Anlage wie der Betrieb sind billig, weil bei derselben die Anschaffung und Erhaltung kostspieliger Leitungen und Heizkörper fortfallen. Die Heizung bedingt gleichzeitig die Zufuhr frischer Luft und gestattet einen durchaus gefahrlosen Betrieb. Dennoch wird über derartige Anlagen vielfach geklagt. Die Klagen betreffen zumeist die Beschaffenheit der Luft, sind jedoch nicht durch das System, sondern nur durch dessen

häufig falsche resp. schlechte Ausführung (sowohl in der Anlage als im Betrieb) begründet.

Entweder wird nicht dafür gesorgt, dass die zugeführte Luft rein ist, in welchem Fall dann die Verunreinigungen sich der Wohnungsluft beimischen und die Atmungsorgane belästigen, besonders wenn sie getrocknet und bei starker Erhitzung geröstet sind (die Temperatur der Heizfläche der Calorifere soll daher 100° nicht übersteigen). Man muss deshalb die Luft von einem Orte beziehen, wo, wie schon oben erwähnt, eine Verunreinigung ausgeschlossen ist, oder man muss sie durch besondere Tücher filtrieren, welche dem Luftdurchgang nur wenig Widerstand entgegensetzen, jedoch alle staubförmigen Beimengungen zurückhalten. Ferner muss im Heizraum wie in den Luftzuleitungskanälen peinliche Sauberkeit herrschen.

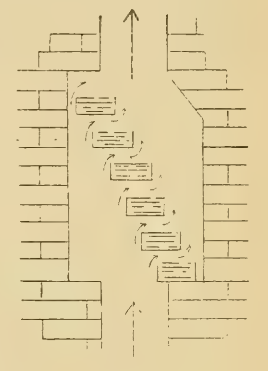


Fig. 109.
Luftbefeuchtungseinrichtung für Luftheizung.

Um der Luft, welche nach ihrer Erwärmung ein hohes Sättigungsdeficit erhält, Gelegenheit zu geben, Wasser aufzunehmen, sind verschiedene Methoden angegeben worden. Man kann (Fig. 109) im Warmluftkanal eine Reihe von Wasserschalen anbringen, über welche die Luft hinwegstreichen muss, wobei sie natürlich Wasser aufnimmt. Oder aber (Fig. 110) es befindet sich im Querschnitt des Warmluftkanals ein Rädchen, dessen Flügel, durch den Luftstrom in Bewegung gesetzt, in eine darunter stehende Schale eintauchen und hierbei Wasser verspritzen. Auch kann man die Luft über Baumwollstreifen leiten, deren Enden in Wasser tauchen und dabei stets wieder so viel Wasser aufsaugen, als von der darüber streichenden Luft aufgenommen worden ist.

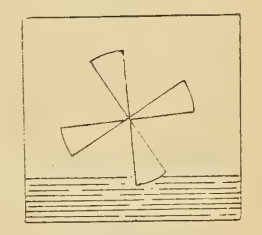


Fig 110.
Luftbefeuchtungseinrichtung für Luftheizung.

Ist eine Luftheizung richtig ausgeführt und wird deren Betrieb genau überwacht, so gehört sie zu den hygienisch besten Heizungsanlagen.

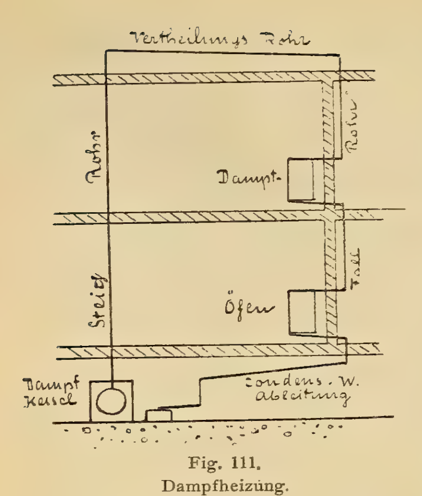


Fig. 111.
Dampfheizung.

Die zweite Gruppe der Centralheizungen bilden die Wasserheizungen. Die Wärme wird durch Wasser übertragen und zwar unterscheidet man Dampf-, Warm- und Heisswasserheizungen, je nachdem man das Wasser in Dampfform oder als erwärmtes Wasser zum Wärmetransport benützt.

Bei der Dampfheizung (Fig. 111) wird der Dampf in einem Kessel erzeugt und in einem schmiedeeisernen Steigrohr nach dem höchsten Punkt der Anlage geleitet, von dem ein Verteilungsrohr ausgeht, welches durch Fallröhren den Dampf nach den Dampföfen führt. In diesen kondensiert sich der Dampf unter Wärmeabgabe; das sich hiebei bildende Kondensations-Wasser fliesst durch eine besondere Leitung nach unten ab.

Fig. 112.

Zur Wärmeabgabe werden entweder Heizschlangen und Rippenelemente oder verschiedenartig konstruierte Oefen benutzt. Letztere sind notwendig, wenn die Dampfheizung keinen kontinuierlichen Betrieb hat. Der Dampf speichert nämlich nur eine geringe Menge Wärme auf und es kondensiert sich deshalb, sobald die Heizung abgestellt ist, der vorhandene Dampf in kurzer Zeit; die ganze Heizanlage erkaltet. Um dies zu umgehen, verwendet man bei kontinuierlichem Heizbetrieb Oefen als Heizkörper,

welche eine länger andauernde Wärmeaufspeicherung gestatten. Es geschieht dies dadurch, dass man das Kondenswasser sich im Ofen ansammeln und die Temperatur des Dampfes annehmen lässt, wobei man in dem hoch temperierten Wasser ein Wärmereservoir erhält. Derartige Dampfwasseröfen sind in verschiedener Ausführung konstruiert. Fig. 112 zeigt einen solchen, bei dem der Dampf durch eine Spirale geleitet wird, welche sich in dem mantelförmigen Teil des Ofens, der etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt ist, befindet.

Die Dampfheizung ist leicht verwendbar, weil der Dampf schnell und leicht durch grössere Strecken geleitet werden kann, weil ferner die Leitung keinen grossen Röhrendurchmesser verlangt und die Heizung bequem zu regulieren ist.

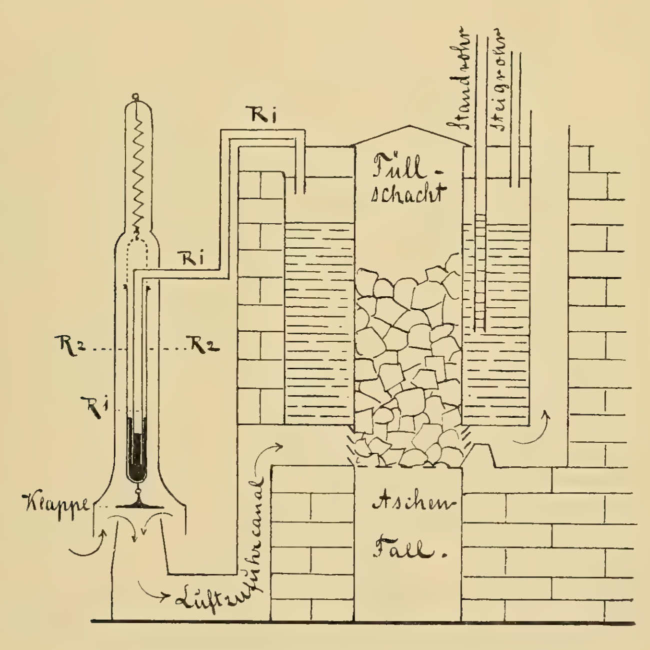


Fig. 113. Niederdruckdampfheizung (System Bechem und Post).

Vielfache Verbreitung hat in neuerer Zeit die Niederdruck-Dampfheizung (System Bechem und Post) gefunden. Bei dieser Anlage (Fig. 113) wird der Dampf in einem Kessel erzeugt, in welchem sich ein 5 m hohes offenes

Standrohr befindet, weshalb der Kessel zu den offenen zu rechnen ist und der gesetzlichen Revision nicht unterliegt, auch kein besonders geschultes Heizpersonal bedarf. Das Steigrohr geht vom höchsten Punkt des Kessels zu den verschiedenen Heizkörpern; der Druck in demselben schwankt zwischen 0.1 und 0.5 Atmosphären und wird durch einen besonderen Regulator selbstthätig reguliert. Dieser Druckregulator besteht aus einem festen vom Kessel auslaufenden Rohre R_1, und einem zweiten, oben offenen, an einer Spirale aufgehängten Rohre R_2, welches soweit mit Quecksilber gefüllt ist, dass das erste Rohr immer in das Quecksilber eintaucht. An dem zweiten Rohr hängt eine Klappe, welche die Oeffnung des Kanales beherrscht, der die Luft zur Kesselfeuerung zuführt. Bei einer Vergrösserung des Dampfdrucks im Kessel wird Quecksilber aus dem Rohre 1 in das Rohr 2 ausgetrieben, Rohr 2 wird schwerer und senkt sich mit der Klappe, welche dann weniger Luft zur Feuerung zutreten lässt und damit die Kesselheizung einschränkt. Wird andrerseits durch grösseren Wärmeverbrauch in der Heizanlage mehr Dampf aus dem Kessel entnommen und damit der Druck im Kessel verringert, so steigt das Quecksilber in das Rohr 1 zurück, Rohr 2 wird leichter, mit der daraufhängenden Klappe in die Höhe gezogen und erlaubt wiederum eine grössere Luftzufuhr und damit eine stärkere Heizung. Die Heizung reguliert sich somit vollständig nach dem Wärmebedarf. Selbstverständlich muss die Wärmeabgabe in den einzelnen zu beheizenden Räumen besonders reguliert werden.

Der Betrieb der Niederdruckdampfheizung ist ein continuierlicher und sehr bequemer; man hat nur nötig, den Füllschacht täglich einmal mit Heizmaterial zu beschicken.

Die eigentlichen Wasserheizungen werden unterschieden in Warmwasser- oder Niederdruck- und Heisswasser- oder Hochdruckheizungen.

Bei den Warmwasser- oder Niederdruckheizungen ist das ganze System mit Wasser gefüllt. Das System ist oben offen, weshalb das Wasser nicht unter Druck steht und daher beim Erhitzen nur auf etwa 100° erwärmt

werden kann. Fig. 114 zeigt das Schema einer solchen Anlage. Vom Kessel, in welchem das Wasser erhitzt wird, steigt das erwärmte und deshalb leichtere Wasser in dem Steigrohr nach dem Expansionsgefäss. Ein solches Gefäss muss in die Leitung eingeschaltet sein, damit sich das Wasser bei der Erwärmung ausdehnen kann. Vom Expansionsgefäss geht das Verteilungsrohr aus, von welchem die Zuleitungsrohre abzweigen, welche den Heizkörpern das warme Wasser zuführen. Von den Heizkörpern läuft das auf ca. 50⁰ abgekühlte Wasser durch die Fallrohre und das Rücklaufrohr in den Kessel zurück. Bei andern Einrichtungen liegt das Verteilungsrohr im Erdgeschoss, von dem dann direkt die verschiedenen Steigrohre abzweigen.

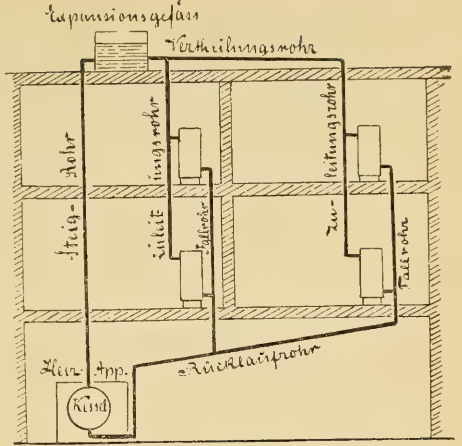


Fig. 114. Warmwasserheizung.

Als Heizkörper werden verwandt

Cylinderöfen,

Röhrenöfen und

Rippenrohre oder Rippenregister.

Die Cylinderöfen (Fig. 115) sind hohe Gefässe aus Eisenblech, welche von Röhren durchzogen sind, durch welche die Luft cirkuliert.

Die Röhrenöfen (Fig. 116) sind aus Röhren zusammengesetzt, welche oben und unten in ein Gefäss münden, das warme Wasser strömt bei der Heizung in das obere Gefäss ein und aus dem unteren heraus, die Luft cirkuliert zwischen den einzelnen Röhren.

Rippenrohre (Fig. 117) sind Röhren, deren Wandungen zur Vergrösserung der Wärme abgebenden Oberfläche mit Scheiben, sogenannten Rippen, besetzt sind.

Rippenelemente sind analog konstruierte gusseiserne

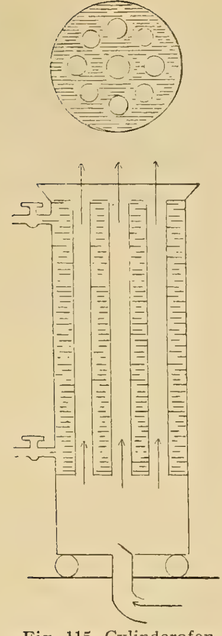


Fig. 115. Cylinderofen.

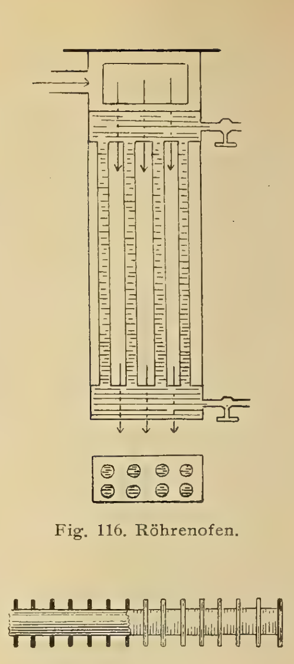


Fig. 116. Röhrenofen.

Fig. 117. Rippenrohr.

Kasten, die nach Bedarf in beliebiger Anzahl mit einander verbunden werden können. Die *Rippenelemente* oder *Rippenrohre* können ähnlich wie bei Fig. 117 in Fensternischen untergebracht werden, wobei man die Aussenluft direkt bei ihnen vorbei einströmen und erwärmen lassen kann.

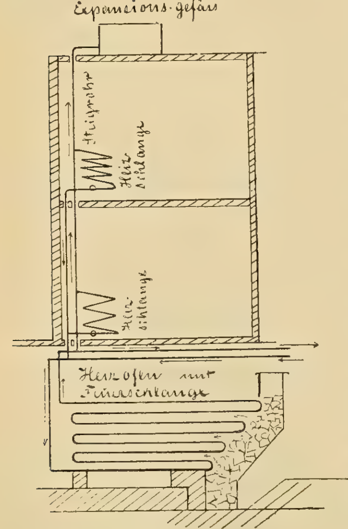


Fig. 118. Heisswasserheizung.

Bei den *Heisswasser-* oder *Hochdruckheizungen* (Fig. 118) ist ebenfalls das ganze System mit Wasser gefüllt. Die Anlage ist jedoch durchweg geschlossen, weshalb das Wasser auf 125—200° C. erwärmt werden kann, was einem Druck von 2.3 bis 15 Atmosphären entspricht.

Im Expansionsgefäss ist ein Ventil angebracht, welches bei höherem Druck sich öffnet und dadurch Explosionen verhütet.

Die ganze Anlage besteht aus schmiedeeisernen Röhren, welche sehr sorgfältig hergestellt sein müssen. Die Erwärmung des Wassers findet in der Feuerschlange statt, von deren oberem Ende das Steigrohr bis zum Expansionsgefäss hinaufläuft. Vom Steigrohr zweigen die Heizschlangen ab, welche die Wärmeabgabe in den einzelnen Räumen vermitteln. Bei der hohen Temperatur der Rohre der Heisswasserheizung ist eine Einschaltung besonderer Heizkörper in der Anlage überflüssig. Es wird schon durch die Rohrleitungen, Steigrohr, Zuleitungs- und Fallrohr Wärme an die Wände abgegeben und es ist nur noch nötig, das Zuleitungsrohr schlangenförmig gebogen als Heizschlange in den einzelnen Räumen (als sogenannte Heizkörper) aufzustellen. Die Heizschlangen werden dann zumeist (Fig. 119) in den Fensternischen untergebracht, bei welcher Anordnung man entweder frische Luft von aussen über die Heizschlange führen, oder auch nach Schluss der Klappe$_1$ und Oeffnung der Klappe$_2$ die Wohnungsluft cirkulieren lassen kann.

Die Anlage von Heisswasserheizungen ist bedeutend leichter auszuführen und billiger als die von Niederdruckheizungen, besonders weil bei ersteren die Aufstellung kostspieliger Heizkörper wegfällt. Ferner ist die Wirkung einer Heisswasserheizung eine schnellere, als die einer Warmwasserheizung. Die Hochdruckheizungen haben jedoch andrerseits verschiedene Nachteile. Infolge der hohen Temperaturen der Heizschlangen kann der auf diesen lagernde Staub verbrannt werden, was zu üblem Geruch Anlass gibt. Zweitens wird die Wärme meistens durch Strahlung abgegeben. Endlich sind die Heisswasserheizungen wegen des hohen im ganzen System herrschenden Drucks nicht ungefährlich.

Fig. 119.
Heizschlange einer Heisswasserheizung in eine Fensternische verlegt.

In gewisser Beziehung zu den Centralheizungen zu zählen ist auch die sogenannte

Fussbodenheizung.

Wie schon der Name besagt, wird bei dieser Heizung, welche schon bei den alten Römern eingeführt war, der Fussboden erwärmt; der Fussboden wirkt als Ofen. Die Fussbodenheizung kann zur Beheizung aller Räume verwandt werden, deren Fussböden nicht aus Holz, sondern aus einem feuersicherem Material hergestellt sind. Sie wird jetzt, nachdem sie im neuen Hamburger Krankenhause mit gutem Erfolg zur Verwendung gelangt ist, mehr und mehr zur Krankenhausbeheizung benützt. Im Hamburger Krankenhause befinden sich unter dem zu beheizenden Raume (s. Fig. 120) 75 cm hohe und ebenso breite bekriechbare Kanäle, deren Scheidewände zur Erzeugung einer gleichmässigen Temperatur durchbrochen sind; die Kanäle sind vom Kellerkorridor zugänglich; mit den zu beheizenden Räumen stehen sie in keiner Verbindung. Der Fussboden über den Kanälen besteht aus 4—7 cm dicken Cementplatten. 10 cm unter der Kanaldecke liegen die Rohre einer Heisswasser- bezw. Niederdruckdampfheizung, welche durch Strahlung und durch Erwärmung der Kanalluft den Fussboden heizen.

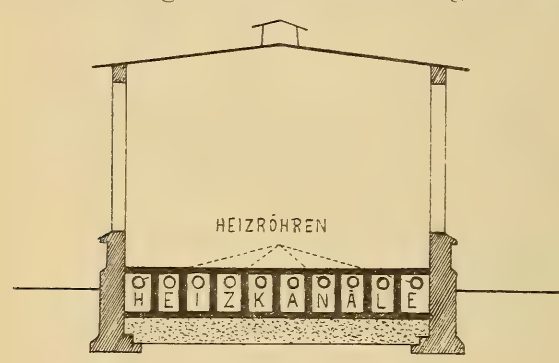


Fig. 120. Fussbodenheizung

Im Krankenhaus in Graz ist vor kurzer Zeit eine Fussbodenheizung nach Hamburger Muster eingerichtet worden, deren Kanäle durch eine Luftheizung erwärmt werden.

Bei der Fussbodenheizung können oder vielmehr müssen Fussböden aus Steinplatten, Terrazzo oder dergl. gewählt werden, welche für Krankenhäuser wegen der Durchführung der Reinigung am besten geeignet sind, deren Kälte jedoch bei anderen Heizungsarten oft nachteilig wirkte. Durch die Erwärmung des Fussbodens wird ferner eine ausgiebige Cirku-

lation der Luft erreicht. Weiterhin gestattet eine schnell wieder trocknende Befeuchtung der Fussböden die Befeuchtung der Luft in bequemster Weise.

Der Hauptvorteil der Heizung liegt endlich in der gleichmässigen Verteilung der Wärme. Hier wird vermieden, dass die oberen Teile der Räume schon überheizt sind, während der Fussboden noch kalt ist.

Die Kosten der verschiedenen Heizsysteme in bezug auf Anlage und Betrieb sind von der Ausführung der Anlage, von der Wahl und Ausstattung der Heizkörper, der Durchführung des Betriebs u. s. w. abhängig. Allgemeine Zahlen lassen sich deshalb nicht aufstellen.

Litteratur: Fanderlik, „Lüftung und Heizung“; Rietschel, „Lüftungs- und Heizungsanlagen“; Deneke, „Mitteilungen über das neue allgemeine Krankenhaus Hamburg-Eppendorf. Die Viert. für öff. Ges. 1889“.

Ventilation.

In geschlossenen und bewohnten Räumen wird die Luft in ihrer Zusammensetzung fortdauernd verändert

1. durch die Lebensthätigkeit der Bewohner:

Der erwachsene Mensch nimmt mit jedem Atemzug etwa einen halben Liter Luft auf, welche er in ihrem Gehalt an Sauerstoff, Kohlensäure und Wasserdampf verändert wieder ausscheidet.

	atmosphär. Luft	Atmungsluft
Sauerstoff	21 Vol. Proc.	16 Vol. Proc.
Kohlensäure	0.4 „ „	4.4 „ „
Wasserdampf . . .	gewöhnlich 30—60% relat. Feuchtigkeit	mit Wasserdampf gesättigt
Temperatur	—	36.3° C.

Die in der Stunde von einem Erwachsenen ausgeschiedene Kohlensäuremenge beträgt etwa 22.6 Liter. Ausser durch die Atmung wird auch von der Körperoberfläche Wasser abgegeben. Weiterhin produziert der Mensch eigentümliche, hauptsächlich von Zersetzungen auf der Haut herrührende, riechende Stoffe, über deren Menge und Beschaffenheit noch nichts näheres bekannt ist (vgl. pag. 73). Endlich können bei Erkrankungen infektiöse Organismen ausgeschieden werden und in die Luft übergehen;

2. wird durch Heizung und Beleuchtung eine Veränderung der Luft hervorgerufen. Die zur Erzeugung von Wärme und Licht vorgenommenen Verbrennungen können in die Wohnungsluft all' die Zersetzungsprodukte der Heiz- und Brennmaterialien (Kohlensäure, Wasser, Schwefelsäure,

schweflige Säure, Salpetersäure, salpetrige Säure, Kohlenoxyd u. s. w.) übergehen lassen, welche bei den in Frage kommenden Verbrennungsprozessen entstehen;

3. führten der Haus- und Gewerbebetrieb zu einer Verschlechterung der Wohnungsluft. Besonders ist dies bei technischen Betrieben der Fall, wenn für die Gesundheit des Menschen gefährliche Gase hergestellt werden oder als Nebenprodukte entstehen.

Es ist nun die Aufgabe der Ventilation durch Beseitigung der verbrauchten Luft und durch Zufuhr frischer Luft dafür zu sorgen, dass die durch die eben geschilderten Ursachen entstehende Verunreinigung der Luft mit gasförmigen Produkten einen schädlichen Grad nicht erreicht.

Es ist schwer, genau zu sagen, wann dieser Moment gekommen ist, da einmal die Ursachen der Luftverschlechterung sehr verschiedene und verschiedenartige sind und da man zweitens nicht weiss, welchen Einfluss jedes dieser Momente auf den menschlichen Organismus ausübt.

Abgesehen nun von den bei technischen Betrieben entstehenden Gasen, ist von Pettenkofer empirisch festgestellt worden, dass eine Luft als schädlich zu betrachten ist, wenn der normaler Weise 0.3—0.4 pro mille betragende Kohlensäuregehalt 1 pro mille übersteigt. Damit ist nicht gesagt, dass ein höherer Kohlensäuregehalt per Luft als 1⁰/₀₀ das schädliche ist, wir wissen vielmehr, dass der Mensch auch in sonst reiner Luft, die ein oder auch mehrere Procent CO_2 enthält, ohne Schaden existieren kann. Ein pro mille CO_2 ist eben nur als Index dafür anzusehen, dass durch die Lebensthätigkeit des Menschen die Luft derart verändert ist, dass man sie nicht mehr als der Gesundheit zuträglich betrachten kann.

Hiermit ist auch die Möglichkeit gegeben, den

Ventilationsbedarf

festzustellen, d. h. zu bestimmen, wie viel Luft in bewohnte Räume zugeführt werden muss, damit der als Grenze zwischen

guter und schlechter Luft betrachtete CO_2-gehalt von 1‰ nicht überschritten wird.

Der erwachsene Mensch scheidet in der Stunde etwa 22.6 Liter CO_2 aus. Diese Menge ist auf die zuzuführende Luft so zu verteilen, dass deren Gehalt schliesslich 1 pro mille beträgt. Nun ist in der Atmosphäre bewohnter Gegenden schon 0.4‰ CO_2 enthalten und erhalten wir daher die Gleichung

$$\frac{22.6 + x.\ 0.0004}{x} = \frac{1}{1000} \text{ oder } x = 38{,}000 \text{ Liter} = 38 \text{ cbm},$$

wobei x den Ventilationsbedarf bedeutet, d. h. wenn die Luft eines Raumes durch die Atmung eines Menschen verunreinigt wird, sind stündlich 38 cbm zuzuführen, wenn der CO_2-gehalt 1 pro mille nicht übersteigen soll.

In der Praxis ist diese Zahl etwas zu erhöhen, weil ja zumeist, ausser durch die Atmung, die Luft auch noch auf anderem Wege verunreinigt wird (Beleuchtung und Heizung) und weil fernerhin die Ventilationsanlagen niemals so vollkommen funktionieren, dass eine vollständige Mischung der Wohnungsluft und der zugeführten Ventilationsluft stattfindet.

Im allgemeinen nimmt man bei Errichtung von Ventilationsanlagen folgende Zahlen für die Bestimmung des Ventilationsquantums als genügend an:

		pro Kopf und Stunde
Wohnräume		50 cbm
Krankenhäuser	für gewöhnliche Kranke	60—70 „
„	Verwundete u. Wöchnerinnen	100 „
„	Epidemien	150 „
Werkstätten	gewöhnlicher Art	60 „
	mit besonderen Quellen der Luftverderbnis	100 „
Kasernen	bei Tag	30 „
	bei Nacht	40—50 „
Theater		40—50 „
Versammlungsräume	bei längerem Aufenthalt	60 „
	„ kürzerem „	40 „
Volksschulen		12—15 „
Schulen für Erwachsene		25—30 „

Luftkubus.

Die zuzuführende Luftmenge darf nur mit einer bestimmten nicht zu grossen Geschwindigkeit in den Raum eintreten, weil sonst Zug entstehen würde. Es ist daher nicht gleichgültig, ob ein Raum von 5 cbm pro Person zur Verfügung steht, so dass bei einem Bedarf von 50 cbm pro Stunde die Luft in dieser Zeit zehnmal erneuert werden müsste, oder ob ein Raum von 50 cbm pro Person vorhanden ist, in welchem Fall ein einmaliger Luftwechsel genügen würde. Der Luftkubus, d. i. die Anzahl von Cubikmetern Rauminhalt, welche auf jede der im Raume weilenden Personen bei gleicher Raumverteilung fällt, muss derart sein, dass ein zwei-, höchstens dreimaliger Luftwechsel pro Stunde für die notwendige Luftzufuhr ausreicht. Sollen nun pro Person 50 cbm frische Luft stündlich zugeführt werden, so müsste demnach der Lufkubus für eine Person 17—25 cbm betragen, was einer Zimmergrösse von etwa 3 m Höhe, 3 m Länge und 1.9—2.8 m Breite entsprechen würde.

Natürliche Ventilation.

Die Räume, in denen wir arbeiten, wohnen und schlafen, sind von der äusseren Atmosphäre nicht luftdicht abgeschlossen. Einmal sind die Materialien, aus denen die Häuser hergestellt sind, mehr oder minder porös, für Luft durchgängig, dann aber bilden besonders die bei den Fenstern, Thüren, Böden u. s. w. vorhandenen Ritzen und Spalten eine Verbindung der Innen- und Aussenluft. Den auf diesem zweifachen Wege vor sich gehenden Luftwechsel nennt man natürliche Ventilation.

Die Durchgängigkeit der Baumaterialien für Luft

ist indirekt und direkt erwiesen worden. Indirekt, indem man in einem Zimmer, dessen Fugen u. s. w. sorgfältig verklebt waren, doch noch die Abnahme des in der Luft desselben vorhandenen Kohlensäuregehaltes zeigen konnte, was nur bei einer Kommunikation mit der Aussenluft durch die Poren der Zimmerwandungen möglich war.

Weiterhin hat man die Durchgängigkeit der Baumaterialien, z. B. eines Ziegels, für Luft experimentell nachgewiesen, indem man (s. Fig. 121) die vier Längsseiten des betreffenden zu untersuchenden Stückes mit einer luftundurchlässigen Masse bedeckte und auf die Kanten der beiden Schmalseiten luftdichte Ansatzstücke befestigte, welche in Röhren ausliefen. Man kann dann von der einen Seite nach der andern zu hindurchblasen — ein Beweis für die Permeabilität des Versuchsmaterials.



Fig. 121.

Die Durchgängigkeit der Häuserwandungen ist sehr verschieden. Abhängig ist sie erstens von der Stärke und der Beschaffenheit des Materials. Ganz impermeabel für Luft sind die glasierten Klinker, wie sie für Siele verwandt werden, ebenso Cement und Beton, wenn sie sich längere Zeit unter Wasser befunden haben. Dann folgen nach dem Grad der Permeabilität geordnet Gyps, Sandstein, Ziegel (Backstein) und Luftmörtel.

Die Durchgängigkeit nimmt ferner ab, wenn die Wandungen feucht sind, indem die Poren vom Wasser verstopft werden. Sie wird weiterhin reduziert durch jede Mauerbekleidung (aussen wie innen), welche die Durchlässigkeit in der folgenden nach abnehmender Permeabilität geordneten Reihe verringert.

1. Kalkanstrich,
2. Leimfarbenanstrich,
3. ordinäre Tapete,
4. Glanztapete,

(3 und 4 wirken um so stärker, je dichter der Klebstoff, mit welchem sie befestigt sind),

5. Oelfarbenanstrich, der im neuen Zustande die Permeabilität ganz aufhebt.

Die natürliche Ventilation ist also, abgesehen von den Ritzen und Spalten der Fenster, Thüren u. s. w. nur möglich, wenn die Wandungen luftdurchgängig sind; bewirkt wird sie durch die Druckdifferenz von Aussen- und Innenluft, und zwar ist diese wiederum die Folge der Luft-

bewegung (Wind) und der Temperaturdifferenz zwischen Atmosphäre und Zimmerluft. Nur wenn diese vorhanden sind, gibt es einen natürlichen Luftwechsel und zwar ist er um so mächtiger, je stärker die Luftbewegung und je grösser die Temperaturdifferenz.*)

Denkt man sich einen höher als die Atmosphäre temperierten Raum von luftdurchgängigen Wandungen eingeschlossen, so wird die kältere und deshalb schwerere äussere Luft auf die Bodenfläche und den unteren Teil der vertikalen Wandungen einen Ueberdruck ausüben. Es wird daher durch die Bodenfläche und den unteren Teil der vertikalen Wände Luft eindringen, während durch die Decke und den oberen Teil der vertikalen Wände Luft entweichen wird. Dazwischen werden sich Aussen- und Innenluft das Gleichgewicht halten, es wird weder Luft ein- noch austreten, es befindet sich dort die neutrale Zone (Recknagel). Diese wird genau in der Mitte des Raumes liegen, wenn die Permeabilität der Wandungen überall gleich ist, sie wird weiter oben zu liegen kommen, wenn der Querschnitt der die natürliche Ventilation vermittelnden Poren, Ritzen und Fugen im oberen Teil des Raumes grösser ist, als im untern und umgekehrt. (Durch Fensterritzen „zieht“ es nur dann, wenn dieselben unterhalb der neutralen Zone liegen. Man kann daher das als „Zug“ bemerkbare lästige Einströmen der kalten Luft durch die Fensterfugen verhindern, wenn man die neutrale Zone tiefer legt, indem man am Boden des Raumes einen Luftzufuhrkanal anbringt.)

Fig. 122.
Recknagel's Pavillon zur Darstellung der Wirkung der natürlichen Ventilation.

Die Wirkung der natürlichen Ventilation kann man gut sichtbar machen, wenn man sich nach dem Vorgange Recknagels einen kleinen Pavillon (Fig. 122) konstruiert, dessen Wandungen teilweise aus Glas, zum andern Teil aus losem Seidenpapier bestehen. Bringt man im Innern dieses Pavillons eine Wärmequelle (Gas- oder Spiritusflamme) an, so dass die

Luft eine höhere Temperatur erhält als die äussere Atmosphäre, so wird sich das lose Seidenpapier am Boden und an den unteren Teilen der vertikalen Wandungen nach innen, an der Decke und den oberen Teilen der senkrechten Wände nach aussen vorwölben, während sich dazwischen die neutrale Zone befindet; Aussen- und Innenluft halten sich dort das Gleichgewicht.

Um über den Wert der natürlichen Ventilation klar zu werden, ist es notwendig, ihre Grösse zu bestimmen, welche von dem bei der Ventilation wirksamen Druck abhängig ist. Dieser Druck ist aus dem Gewicht der äusseren und inneren Luft zu berechnen; er beträgt bei einer Temperaturdifferenz von 20° und einer Zimmerhöhe von 3.4 m nur 0.311 mm Wasserdruck. Die an und für sich geringe Druckdifferenz verteilt sich durch die neutrale Zone noch derart, dass unterhalb derselben, am Boden des Zimmers, die äussere Luft mit einem Druck von 0.155 mm Wasser in das Zimmer hereingepresst wird, während oben an der Decke die Zimmerluft mit demselben Druck von 0.155 mm Wasser aus dem Zimmer in das Freie herausgetrieben wird. Nach der neutralen Zone zu nehmen die Druckdifferenzen bis auf Null ab.

Da die gewöhnlichen Manometer nicht ausreichen, ist von Recknagel zur Messung des bei der natürlichen Ventilation in Betracht kommenden sehr geringen Druckes das sogenannte Differenzialmanometer angegeben worden, mit welchem man Druckdifferenzen von 0.01 mm Wassersäule durch Verschiebung der Endfläche einer Flüssigkeitssäule um 1 mm nachweisen kann.

Das Differenzialmanometer (Fig. 114) besteht aus zwei ungleich weiten Schenkeln. Der eine bildet eine 10 cm weite vertikal stehende Metallbüchse *(M)*, der andere ist eine mit Millimeterteilung versehene 200 mm lange, etwa 2 mm weite Glasröhre *(gg_1)*, welche nach dem Horizont beliebig geneigt und fixiert werden kann. Man bestimmt die Neigung der Glasröhre, indem man die Höhe des Nullpunktes und des Punktes 200 an einer hinter derselben angebrachten Skala abliest. Dividiert man die Höhendifferenz der beiden Marken durch 200, so erhält man den Reduktionsfaktor, mit welchem

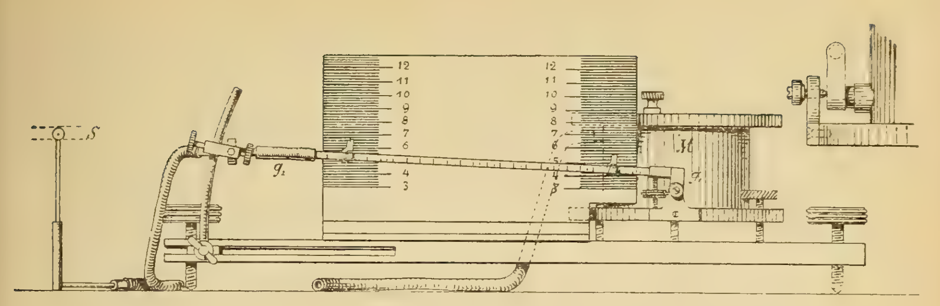


Fig. 123. Differentialmanometer von Recknagel.

man die beobachteten Verschiebungen der Flüssigkeitssäule auf vertikale Millimeter Flüssigkeit reduziert.

Das Manometer wird mit gefärbtem Weingeiste vom spezifischen Gewicht 0.833 gefüllt.

Steht z. B. der 200-Punkt des beweglichen Schenkels 5 mm höher als der Nullpunkt, so ist der Reduktionsfaktor $\frac{5}{200} = 0.025$. Es bedeutet dann eine Verschiebung der Flüssigkeit um 10 mm, eine manometrische Niveaudifferenz von $10 \cdot 0.025 = 0.25$ mm Spiritus $= 0.25 \cdot 0.823 = 0.208$ mm Wasser, da auf Wasser umgerechnet der Reduktionsfaktor $= \frac{5}{200} \cdot 8.033$ ist.

Das Differentialmanometer gestattet, die Stelle, welche man auf einen gegenüber dem äusseren Luftdruck bestehenden Druckunterschied untersuchen will, durch einen Kautschukschlauch sowohl mit der Glasröhre als auch mit der Metallbüchse zu verbinden, so dass man zwei entgegengesetzte Ausschläge erhält. Nimmt man dann die Hälfte der Differenz der Grenzablesungen, so eliminiert man den Nullpunkt, dessen Einstellung bei sehr geringen Steigerungen unsicher sein soll.

Es ist leicht erklärlich, dass die geringen Druckdifferenzen, wie sie bei der natürlichen Ventilation vorkommen, die besonders im Sommer bei höherer Aussentemperatur sehr niedrig sind, nicht im stande sind, irgendwie erhebliche Mengen von Luft durch die Poren der Baumaterialien hindurchzudrücken und so kommt es auch, dass die natürliche Ventilation nur in seltenen Fällen eine ausreichende ist. Es ist ferner erwiesen, dass der

Luftwechsel durch natürliche Ventilation grossenteils nicht durch die vertikalen Wände, sondern durch die Fugen und Poren von Fussboden und Decke stattfindet, namentlich durch die Fugen, welche an den Stellen entstehen, wo der Fussboden an vertikale Wände anstösst, und dass sie somit nicht die Zufuhr frischer Luft von aussen, sondern zumeist nur den Austausch der Luft der einzelnen Stockwerke unter einander vermittelt. Fällt bei gut gelegten Fussböden diese Art der natürlichen Ventilation fort, so sinkt der Effekt auf ein kaum in Betracht kommendes Minimum.

Die natürliche Ventilation wird daher nur unter sehr günstigen Verhältnissen ausreichen, wenn verhältnismässig wenig Personen in grossen luftigen Zimmern mit trocknen, luftdurchlässigen Wandungen wohnen. Ueberall aber, wo mehrere Personen in einzelnen Räumen zu arbeiten, zu wohnen oder zu schlafen gezwungen sind, wird man den natürlichen Luftwechsel durch eine künstliche Ventilation unterstützen müssen, wenn nicht die Luft eine der Gesundheit schädliche Beschaffenheit annehmen soll.

Künstliche Ventilation.

Den Uebergang von der natürlichen zur künstlichen Ventilation bilden Einrichtungen, welche die Zufuhr frischer Luft auf nicht maschinellem Wege bezwecken.

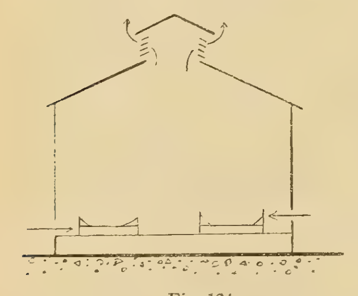


Fig. 124.
Firstventilation einer Krankenbaracke.

Hieher gehört die First-ventilation (Fig. 115), wie sie besonders zur Lüftung von Krankenbaracken verwandt wird. Das Dach der Baracke trägt einen Aufsatz, dessen senkrechte Wandungen aus Klappen bestehen, welche geöffnet und geschlossen werden können. Durch die so geschaffenen Oeffnungen tritt die verbrauchte Luft aus, während frische Luft durch Oeffnungen oder Kanäle eintreten kann, welche am Boden der Baracke angebracht sind.

Eine Verstärkung der natürlichen Ventilation tritt auch

ein, wenn der Querschnitt der bei den Fenstern an und für sich schon vorhandenen Ritzen und Fugen noch dadurch vergrössert wird, dass man den oberen Teil der Fenster klappenartig zum Oeffnen einrichtet, oder auch aus dem Glase kreisförmige Stücke ausschneidet, welche durch einen Parallelschieber geöffnet und geschlossen werden können. In derartige kreisförmige Oeffnungen ein Drehrädchen einzusetzen, ist nicht nur nutzlos, sondern sogar für die Zwecke der Ventilation nachteilig, da es nur das Ausströmen der Luft behindert.

Wie man das natürliche Abströmen der verbrauchten Luft durch die vorgenannten Einrichtungen unterstützen kann, so kann man auch ohne weitere mechanische Vorkehrungen durch zweckmässige Anlage von Oeffnungen und Kanälen den Zufluss reiner Luft befördern. Die Wirkung wird eine um so günstigere werden, wenn noch durch Anlage eines Abzugskanals für vollkommene Entfernung der verbrauchten Luft gesorgt wird. Der Luftwechsel ist dann wie bei der natürlichen Ventilation durch Poren, Ritzen und Fugen die Folge der verschiedenen Schwere der äusseren Luft und der Wohnungsluft (und des Windes), nur ist der Effekt hier ein unvergleichlich günstigerer, weil einmal die in Betracht kommenden Luftsäulen viel höhere und demgemäss deren Gewichtsdifferenz eine erheblich grössere und weil zweitens die Widerstände sehr viel geringere sind. Die weiten Luftkanäle mit ihren glatten Wandungen, abgerundeten Biegungen u. s. w. setzen den eindringenden und ausströmenden Luftmengen einen bedeutend geringeren Widerstand entgegen, als die feinen Poren der Baumaterialien und die verhältnismässig immer noch kleinen Spalten der Fenster und Thüren. Aber auch diese Ventilation hat den Nachteil, dass sie nicht gleichmässig wirksam ist. Im Winter kann man, besonders wenn die Zuführungskanäle mit der Heizung in Verbindung stehen und wenn weiterhin die Abzugskanäle durch die nebenan verlaufenden Kamine erwärmt werden, sehr günstige Resultate erzielen, während im Sommer die Wirksamkeit eine sehr geringe sein wird.

Die Enden der Abzugskanäle sind über Dach zu führen und mit Schutzvorrichtungen zu versehen, damit un-

günstiger Wind die nach oben steigende Luft nicht zurückdrückt. Fig. 116 zeigt eine solche Einrichtung, den Wolpert'schen Rauch- oder Luftsauger, welcher derart konstruiert ist, dass der Wind, von welcher Seite er auch kommen mag, saugend auf die im Abzugsrohr befindliche Luft wirkt. (Es ist unzweckmässig und kann sogar schädlich sein, die Luftabzugskanäle schon unter dem Dach im Boden oder Speicherraum enden zu lassen. Es sammelt sich dann dort die ganze verdorbene Luft an und kann bei Temperaturänderungen, wenn, wie im Sommer, die Aussenluft wärmer ist als die Innenluft, in die Wohnräume zurückgedrückt werden.)

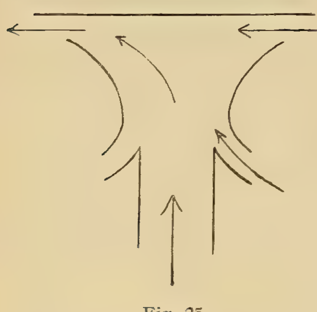


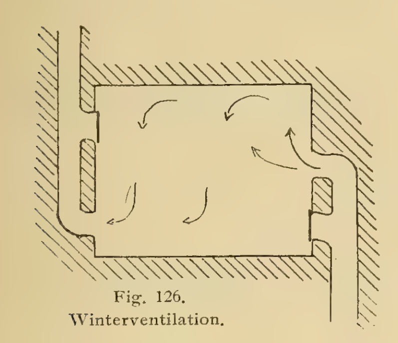
Fig. 25.
Wolpert's Rauch- und Luftsauger.

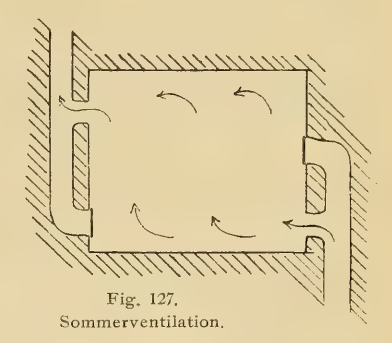
Umgekehrt kann auch der vom Wind ausgeübte Luftdruck direkt zu Ventilationszwecken benutzt werden, indem man an die Enden der Luftzufuhrkanäle winklig gebogene, trichterförmig erweiterte Ansätze anbringt, die durch eine Windfahne dem Wind entgegengestellt werden. Der Wind fängt sich dann in dem Trichter und presst die Luft in die Kanäle ein.

Die Enden der Luft-Zu- und Abfuhrkanäle müssen in dem zu ventilierenden Raume in ganz bestimmter Weise angebracht sein, da von ihrer gegenseitigen Lage die gleichmässige Verteilung der zugeführten Luft abhängig ist. Es ist sonst möglich, dass die frischse Luft abgesogen wird, ehe sie sich noch mit der Wohnungsluft vermengt hat und dass somit eine Ventilationsanlage trotz reichlicher Zufuhr frischer Luft den an sie zu stellenden Ansprüchen doch nicht genügt.

Es kommt nun ganz darauf an, ob vorgewärmte (Winter), oder kalte Luft (Sommer) zugeführt wird; im ersten Fall wird die Luftbewegung von oben nach unten, im letzteren von unten nach oben zu richten sein. Man unterscheidet demnach bei Anordnung der Ein- und Austrittsöffnungen zweierlei Lüftungen — eine Winter- und eine Sommerventilation.

Bei der Winterventilation (Fig. 126) wird die vorgewärmte Luft über Kopfhöhe oder nahe der Decke eingeleitet, steigt, da sie spezifisch leichter, bis an die Decke, kühlt sich allmählich ab, sinkt herunter und wird nahe dem Fussboden wieder abgesogen.


Fig. 126.
Winterventilation.


Fig. 127.
Sommerventilation.

Bei der Winterventilation ist die Einströmungsöffnung für die warme Luft über Kopfhöhe, also 2 m vom Boden entfernt, anzubringen, damit eine Belästigung der anwesenden Personen ausgeschlossen ist. Die Geschwindigkeit der einströmenden Luft soll 0.5 m pro Sekunde nicht übersteigen, andernfalls ist durch Blechschirme für eine Ableitung nach oben zu sorgen.

Die Sommerventilation (Fig. 127) lässt die kalte Luft in der Nähe des Fussbodens einströmen, die Luft breitet sich dort aus, erwärmt sich, steigt in die Höhe und entweicht durch die in der Nähe der Decke angebrachte Ausströmungsöffnung.

Da die meisten Räume während des Sommers und Winters gebraucht werden, sind an den Kanälen für die Zuleitung und Ableitung der Luft in dem zu ventilierenden Raume oben und unten Ein- und Ausströmungsöffnungen mit verschliessbaren Klappen anzubringen, damit jederzeit der Luftstrom an richtiger Stelle ein- resp. ausgeleitet werden kann.

Für die meist sehr schwierige Ventilation grösserer Säle, Theater u. s. w. wird neuerdings empfohlen (Käuffer), die warme, eventuell abgekühlte Luft (Sommer) in den Rängen

mässig stark und durch die Decke stark einzublasen, und in den Rängen, besonders aber im Parket und Parterre, abzuführen. Hiebei wird der ganze Raum von oben nach unten ventiliert und damit das Emporwirbeln von Staub u. s. w. wie es bei der Aspiration von unten nach oben geschieht, und der lästige Zug verhütet.

Künstliche Ventilation durch Temperaturdifferenzen oder maschinellen Betrieb

wird im allgemeinen auf zweierlei Weise erzeugt:

1. indem durch besondere Vorrichtungen die verbrauchte Luft abgesogen wird, und man der Luft der Umgebung überlässt, den Verlust zu ersetzen — Aspirationssystem;
2. indem die zum Ersatz bestimmte Luft in die Anlage hineingepresst wird — Pulsionssystem.

Beim Aspirationssystem befindet sich der Motor hinter der zu ventilierenden Anlage, beim Pulsionssystem vor derselben.

Beide Systeme können den Ansprüchen, die man an eine gute Ventilation stellen muss, genügen, doch ist von vornherein dem Pulsionssystem der Vorzug zu geben, weil bei diesem eine bekannte Luft zum Ersatz für die verdorbene herangezogen wird, während das Aspirationssystem in erster Linie nur die verbrauchte Luft absaugt. Wenn jedoch beim Aspirationssystem durch besondere Vorkehrungen dafür gesorgt wird, dass für die entfernte Luft auch eine unverdächtige, reine Luft nachströmt, so ist das Aspirationssystem dem Pulsionssystem als gleichwertig zu betrachten.

Durch Aspiration wirken ventilatorisch alle Lokalheizungen, da sie die zur Verbrennung notwendige Luft dem Wohnraum entnehmen. Bei der Verbrennung eines Kilo Holz werden ungefähr 7.5 cbm Luft, bei der eines Kilo Steinkohle 17.5 cbm Luft verbraucht, so dass ein Ofen, in welchem pro Tag 20 Kilo Kohle verheizt werden, 350 cbm Luft entfernt. Diese Wirkung ist aber nicht sehr bedeutend und kommt zunächst nur bei Heizungen in Betracht, welche

continuierlich brennen. Bei den Kachelöfen, deren Thüren, nachdem sie angeheizt sind, verschlossen werden, fällt die Wirkung gerade dann fort, wenn der Raum benutzbar geworden, wenn also gerade die Ventilation am notwendigsten wäre.

Aspiratorisch wirken ferner Beleuchtungsapparate, wenn dieselben unterhalb eines Abzugskanals angebracht sind (Fig. 128). Durch die von den Gasflammen erzeugte Wärme wird auch die umgebende Luft des Ventilationskanals erwärmt, welche dann abströmt und Zimmerluft nachsaugt. Hierauf beruht auch der ventilatorische Effekt des im folgenden Kapitel beschriebenen und abgebildeten Siemensbrenners.

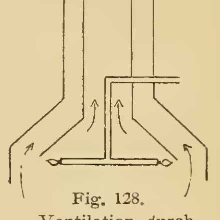


Fig. 128.
Ventilation durch Beleuchtungskörper.

Die Anwendung von Gasflammen für Ventilationszwecke auch unter Verzicht auf deren Leuchtkraft ist überhaupt eine häufige und besonders dort zu empfehlen, wo zeitweilig ventiliert, Luft abgesaugt werden soll. Es genügt, ein Gasrohr in den Abzugskanal hineinzuleiten und bei vorhandenem Bedürfnis die angebrachte Flamme anzuzünden; die Wandungen des Kanals werden erwärmt und wirken um so günstiger ventilatorisch, je höher der Kanal ist.

Bei der Einfachheit der Anlage und deren Leistungsfähigkeit wird sie auch zu continuierlichem Betrieb verwandt. So ist von Pettenkofer eine Ventilation von Abtrittgruben angegeben worden, bei welcher im oberen Teil des Fallrohrs eine Gasflamme angebracht ist. Durch die von ihr erzeugte Wärme wird die Luft verdünnt und erhält das Bestreben, nach oben zu entweichen. Es entsteht hierdurch bei geschlossener Grube und geschlossenen Abtritten ein luftverdünnter Raum, infolgedessen stets ein Ansaugen der Gruben- und Abtrittgase nach dem Ventilationsrohr stattfindet; die Verunreinigung der Wohnungsluft durch den Abtritt ist hierbei ausgeschlossen.

Die maschinelle Lüftung,

bei welcher die Bewegung der Luft durch

Maschinen hervorgerufen wird, ist bei allen grösseren Lüftungsanlagen anzuwenden, wenn

1. ein sehr grosser Luftbedarf momentan zu befriedigen ist (Versammlungsräume, Theater u. s. w.);

2. die Luft durch Filter gereinigt werden muss, wobei ein erheblicher Widerstand zu überwinden ist;

3. bei technischen Betrieben schädliche Gase, Staubarten u. s. w. erzeugt werden, welche möglichst schnell fortgeführt werden müssen.

Als eigentlich ventilierende, die Luft bewegende Apparate unterscheidet man:

Ventilatoren oder Bläser und
Exhaustoren oder Sauger;

erstere pressen die Luft in die Anlage hinein, letztere saugen sie aus derselben heraus.

Beide Arten können je nach der zu leistenden Arbeit von verschiedenen Motoren, Dampfmaschinen, Gasmotoren, Elektrizität, Wasserkraft betrieben werden.

Bei kleinen Anlagen verwendet man auch den Wasserstrahl zu Ventilationszwecken. Derartige Kosmosventilationen, auch Aerophore oder Wasserstrahl-Ventilatoren (Körting) genannt, bestehen aus einem U-förmig gebogenen Ventilationskanal, welcher den zu ventilierenden Raum mit der äusseren Atmosphäre verbindet. In dem einen oder jedem der beiden Schenkel des U-förmigen Kanals ist eine Brause oder Streuduse angebracht, welche, wenn sie geöffnet wird, durch das ausströmende Wasser die Luft in Bewegung setzt, je nachdem der Wasserstrahl von dem zu ventilierenden Raume abgekehrt oder ihm zugewandt ist, durch Suktion oder Pulsion. Das ausfliessende Wasser wird an der tiefsten Stelle des Ventilationsrohres abgeleitet.

Zum Pulsionsbetrieb dienen die sog. Schraubenbläser. Dieselben bestehen aus Flügelrädern, bei welchen an einer Axe 12—24 radial, jedoch schräg zur Axe gestellte, nach Art der Schiffsschraube geformte Schaufeln angebracht sind, durch deren schnelle Bewegung die Luft fortgetrieben wird.

Bei den Schleuderbläsern (Centrifugalventilatoren) (Fig. 129) wird die Luft in der Richtung der Axe des Flügelrades in das Gehäuse des Ventilators hineingetrieben und erhält durch die schnelle rotierende Bewegung des Flügelrades eine so grosse Geschwindigkeit und Centrifugalkraft, dass die Luft tangential zum Umfange des Flügelrades und senkrecht zu dessen Axe ausgetrieben wird.

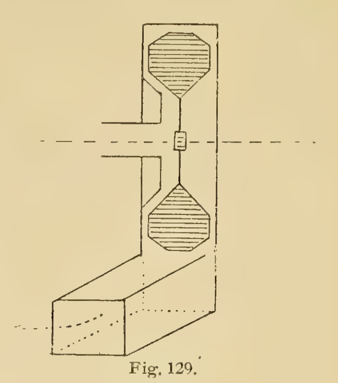


Fig. 129.
Schleuderbläser, Centrifugalventilator.

In jüngster Zeit ist auch die Druckluft zu Ventilationszwecken verwandt worden. Stark comprimierte Luft tritt aus einer feinen Oeffnung mit grosser Geschwindigkeit heraus, hierbei die Luft der Umgebung mit sich reissend. Die Druckluft kann für Aspiration und Pulsion verwandt werden. Die absolute Gefahrlosigkeit des Betriebes, sowie die Möglichkeit einer allgemeinen Verwendung unter beliebiger Regulierung des Ventilationseffektes sind die Hauptvorzüge derartiger Druckluft-Ventilationsanlagen.

Bestimmung der Ventilationsgrösse.

Der Effekt, welcher durch Ventilationen — künstliche wie natürliche — erreicht wird, kann bestimmt werden durch Messung der in die Luftzufuhrkanäle ein- resp. aus den Luftabfuhrkanälen ausströmenden Luftmengen. Diese sind das Produkt aus dem Querschnitt der Kanäle und der Geschwindigkeit des Luftstroms. Der Querschnitt muss mit einem Mass ausgemessen werden, die Luftgeschwindigkeit ist mit Anemometern (s. p. 102) zu bestimmen.

Es genügt jedoch nicht, eine solche Bestimmung auszuführen und nachzusehen, wie gross etwa die Geschwindigkeit in der Mitte des Kanals ist; man muss vielmehr mehrere, zum mindesten fünf derartige Bestimmungen (in der Mitte, oben rechts, oben links, unten rechts und unten links) ausführen und das Mittel dieser fünf Bestimmungen mit dem Querschnitt multiplizieren.

Auf diese Weise erhält man jedoch nur die Luftmengen, welche dem Raum durch den betreffenden Kanal zuströmen, resp. aus ihm fortgeführt worden sind, aber nicht den wirklichen Ventilationseffekt. Es ist leicht möglich, dass bei unrichtig angebrachten Oeffnungen des Zuführungs- und des Abluftkanals oder auch bei falscher Stellung der diese Oeffnungen beherrschenden Klappen die eingeführte Luft sich nicht vollkommen oder überhaupt gar nicht mit der Wohnungsluft vermischt, in welchem Fall trotz reichlicher Luftzufuhr der Ventilationseffekt ein schlechter sein wird. Man muss daher, um über die Wirkung einer Ventilationsanlage ein richtiges Urteil zu erhalten, noch eine Untersuchung des Ventilationseffekts nach einer von Pettenkofer angegebenen, von Petri modifizierten Methode ausführen.

In dem genau ausgemessenen Raume wird CO_2 entwickelt und nach gehöriger Verteilung eine CO_2-Bestimmung ausgeführt; man lässt dann die Ventilation in Wirksamkeit treten und bestimmt nach einiger Zeit wiederum den CO_2-Gehalt der Luft und berechnet die Menge der eingeströmten Luft, d. i. die Ventilationsgrösse, nach der Seidell'schen Formel

$$X = 2.303 \cdot m \cdot \log \frac{p^1 - a}{p^2 - a} \text{ cbm}$$

wobei X die Ventilationsgrösse, m der Kubikinhalt des Raumes, p^1 der Kohlensäuregehalt der Luft am Anfang, p^2 der Kohlensäuregehalt am Ende des Versuchs und a der Kohlensäuregehalt der eingeströmten Luft ist.

Die gefundene Zahl gibt dann den Wert für den Effekt der natürlichen und der künstlichen Ventilation an. Will man die Wirkung der natürlichen allein erhalten, so führt man dieselbe Bestimmung aus, ohne die künstliche Ventilation in Betrieb zu setzen. Will man den Effekt der künstlichen Ventilation berechnen, so muss man von der gesamten Ventilationsgrösse die für die natürliche Ventilation gefundene Zahl abziehen.

Die Kosten der künstlichen Ventilation.

Das fast vollständige Fehlen künstlicher Ventilationsanlagen in unseren Privatgebäuden und auch die relativ

seltene Verwendung in öffentlichen Anstalten, in Schulen, kleineren Krankenhäusern u. s. w. legen die Vermutung nahe, dass die Kosten derselben so hohe sind, dass sie allgemein nicht eingeführt werden können. Dem ist jedoch nicht so.

Sieht man von den Einrichtungskosten ab, welche sich im Verhältnis zu den übrigen bei einem Hausbau nötigen Ausgaben sehr niedrig stellen, so bleiben noch die Kosten für den Betrieb, welche wiederum zerfallen in die Betriebskosten des Ventilators und die Kosten für Erwärmung der zugeführten Luft.

Man kann annehmen, dass man für zwei Pfennig*) 3000 effektive Wärmeeinheiten (Kilogrammkalorieen) erhält (ein Kilogramm Steinkohle liefert 6000 Wärmeeinheiten und setzt daher obige Annahme nur eine Ausnützung von etwa 50 % der gelieferten Wärme voraus). Zur Erwärmung von 100 cbm Luft um 20° C. sind nun, da das Gewicht eines Kubikmeters Luft 1,3 kg und die spezifische Wärme der Luft 0,24 ist,

$$100 \cdot 20 \cdot 1{,}3 \cdot 0{,}24 = 634 \text{ Kalorieen}$$

nötig, welche nach obiger Annahme 0,416 Pf. kosten. Rechnet man weiterhin, dass während der ganzen Heizperiode von 180 Tagen stündlich mit 100 cbm gelüftet wird und dass diese Luftmenge durchschnittlich um 20° C. zu erwärmen ist, so kostet die Erwärmung der Ventilationsluft täglich $24 \cdot 0{,}416 = 10$ Pf., also jahrlich 18 Rm.

Schwieriger ist eine genaue Berechnung der Betriebskosten des Ventilators; diese sind abhängig von der Wahl des Ventilators und des Motors. Um 100 cbm während einer Stunde die Geschwindigkeit von 2 m zu geben, sind, da $^1/_4$ Meterkilogramm notwendig, um einem Kubikmeter diese Geschwindigkeit zu verleihen, nur $^1/_4 \,.\, 100 : 75 \,.\, 3600 = \frac{1}{10000}$ = ein Zehntausendstel einer Pferdekraft erforderlich. Gibt der Motor, welcher den Ventilator in Bewegung setzt, nur 10 % Nutzeffekt, so gebraucht man also ein Tausendstel einer Pferdekraft. In einer Centralanlage stellt sich der Preis einer Pferdekraft auf 30 Pf. und

*) Nach einer von Recknagel ausgeführten Rechnung.

somit die continuierliche Beschaffung von 100 cbm Luft

$$30 \,.\, 24 \,.\, 360 \,.\, \frac{1}{1000} = 2{,}60 \text{ Rm.}$$

Verwendet man einen Schraubenventilator, welcher durch einen kleinen Wassermotor in Bewegung gesetzt wird, so gebraucht man für die Zufuhr von 500 cbm Luft 140 Liter Wasser. Diese kosten (Preis der Münchener Wasserversorgung: 1 cbm Wasser = 5 Pf.) $^5/_7$ Pf., 100 cbm Luft also $^1/_7$ Pf. Unter diesen relativ sehr günstigen Verhältnissen kostet also der continuierliche Betrieb einer Ventilation, welche stündlich 100 cbm Luft liefert, im Jahr $^1/_7 \,.\, 365 \,.\, 24 = 1250$ Pf. = 12.50 Rm.

Für 30 Rm. kann man also den gesamten fortdauernden Betrieb einer Ventilation von 100 cbm (Beschaffung der Luft und Heizung derselben während der Heizperiode) bestreiten, einer Menge, welche für eine kleine Familie als vollkommen ausreichend bezeichnet werden muss, wenn man unter Verwendung von Klappen die Luft am Tage den Wohn-, in der Nacht den Schlafzimmern zuführt.

Litteratur: Fanderlik, „Lüftung und Heizung"; Rietschel, „Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungsanlagen"; Recknagel, „Ueber Lüftung", „Gesundh.-Ingenieur 1891"; Wolffhügel, „Zur Lehre vom Luftwechsel", Arch. f. Hyg., Bd. 18.

Beleuchtung.

Vom hygienischen Standpunkt sind an eine Beleuchtung folgende Anforderungen zu stellen:

1. die dargebotene Lichtmenge muss für die zu leistende Arbeit stets in ausreichender Quantität vorhanden sein;
2. ihrer Qualität nach soll die Beleuchtung dem Tageslicht möglichst gleichen;
3. sollen bei der Beleuchtung den Organismus schädigende oder belästigende Nebenwirkungen (strahlende Wärme, Verunreinigungen der Luft durch die Beleuchtungskörper selbst, oder ihre Verbrennungsprodukte, Explosionen) vermieden werden;
4. muss die Beleuchtung möglichst wenig Kosten erfordern.

Diese Bedingungen erfüllt selbstverständlich in erster Linie das

Tageslicht,

sofern dafür gesorgt ist, dass es in genügender Menge in die Wohn- resp. Arbeitsräume eintreten kann.

Die Beleuchtung eines Wohnraums ist ausreichend, wenn in demselben, beziehungsweise an den in den Arbeitsräumen befindlichen Arbeitsplätzen, die Helligkeit eine solche ist, dass ein normales Auge ohne Anstrengung die von einem solchen zu fordernde Seharbeit leisten kann. Als Probe hiefür kann man die bekannte Snellen'sche Tafel benutzen, welche aus verschiedenen Reihen von Buchstaben besteht, die in einer bestimmten jeweilig angegebenen Distanz von dem gesunden Auge eines Erwachsenen noch deutlich erkannt werden müssen. Die Distanz ist so gewählt, dass die Buchstaben unter einem Sehwinkel von fünf Minuten wahrgenommen werden.

Allgemeine Bedeutung kann eine derartige Feststellung der Helligkeit eines Raumes nicht haben, weil sie das stete Vorhandensein eines normalen Auges voraussetzt, eine Bedingung, die nicht überall erfüllt sein wird, und weil ferner auf subjektiver Empfindung basierende Untersuchungsmetoden einen immerhin nur beschränkten Wert haben.

Einen sicheren Anhalt bekommt man durch zwei weitere Methoden, nämlich durch Untersuchungen mit Photometern und dem von Weber angegebenen Raumwinkelmesser.

Unter den Photometern hat in früherer Zeit das Bunsen'sche, in neuerer Zeit das Weber'sche die meiste Verbreitung gefunden. Dasselbe gestattet, die Helligkeit eines Punktes oder einer kleinen Fläche zu bestimmen, indem durch die von diesen ausgehende Lichtmenge der eine Teil einer matt geschliffenen Milchglasplatte beleuchtet wird, deren anderer Teil von einer anderen bekannten Lichtquelle in verschiedener, aber jeweilig zu messender Entfernung, sein Licht erhält. Die Entfernung des Normallichts lässt sich so regulieren, dass beide Teile der Milchglasplatte gleich hell erscheinen und zwar in folgender Weise:

Das Photometer (Fig. 130) besteht aus einem horizontalen festen Tubus A und einem dazu senkrechten um A als Axe drehbaren Tubus B. Im ersteren liegt ein Gehäuse G, welches die als Vergleichslichtquelle dienende Benzinlampe aufnimmt. Das Gehäuse ist gegen die Röhre A durch eine vollkommen durchsichtige Glasplatte, nach der entgegengesetzten Seite durch einen Metalldeckel abgeschlossen. Durch eine von einer Glimmerplatte gedeckte Spalte, über welche eine Metallklappe herabgelassen werden kann, ist die Beobachtung der Benzinflamme ermöglicht. Hinter derselben ist im Gehäuse ein kleiner Spiegel angebracht, der auf beiden

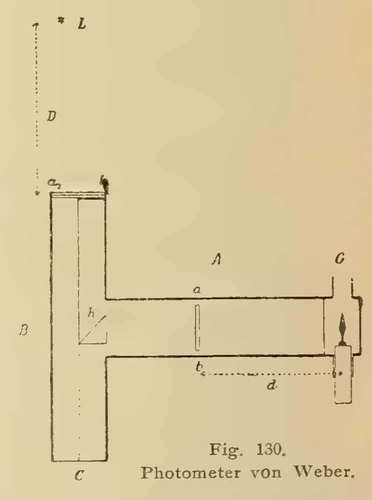


Fig. 130.
Photometer von Weber.

Seiten von Millimeterskalen begrenzt ist, wodurch man genau kontrollieren kann, ob die Flamme die vorgeschriebene Höhe von 20 mm hat.

In dem Tubus *A* befindet sich senkrecht zur Axe eine kreisrunde Milchglasplatte *a b*, die durch einen Trieb in der Röhre beliebig verschoben werden kann. Ihr jeweiliger Abstand (*d*) kann an einer aussen angebrachten Skala abgelesen werden.

Der drehbare Tubus *B* wird auf die zu messende Lichtquelle *L* (bezw. auf die zu beleuchtende Fläche) eingestellt. Das dem Lichte zugewendete Ende der Röhre trägt ein Blechgehäuse, in welches nach Bedarf verschiedene Milchglasplatten *a*, *b*. eingesetzt werden können und ausserdem ein Abblendungsrohr zur Abhaltung seitlichen Lichts.

Durch eine längs der Achse verlaufende vertikal stehende Blende ist der drehbare Tubus in einen rechten und in einen linken Halbcylinder geteilt. In dem rechten liegt beim Kreuzungspunkte der beiden Tuben das Reflexionsprisma so angebracht, dass die von der Benzinflamme ausgehenden Strahlen, nachdem sie die Milchglasplatte *a b* passiert haben, an der Hypotenusenfläche gegen das Ocularende *C* reflektiert werden. Der Beobachter sieht dann durch diese sinnreiche Anordnung ein ovales Gesichtsfeld, dessen rechtsseitige Hälfte die von der Benzinlampe beschienene Milchglasplatte, dessen linke die ausschliesslich von den Strahlen der zu messenden Lichtquelle beleuchtete Milchglasplatte bildet.*)

Zur Messung der Helligkeit punktförmiger Lichtquellen wird der drehbare Tubus auf das Objekt gerichtet, so dass die Lichtquelle in der Mitte der linksseitigen Hälfte des Gesichtsfeldes erscheint. Der Raum wird dann gegen fremdes Licht abgeschlossen, eine (oder mehrere) entsprechende Milchglasplatte in den Blechkasten *G* geschoben

*) Statt des einfachen Reflexionsprismas ist neuerdings die Lummer-Broehun'sche Prismen-Combination benützt worden, welche derart wirkt, dass im Centrum des Gesichtsfeldes eine Kreisfläche erscheint, die ausschliesslich von Strahlen der zu messenden Lichtquelle beleuchtet wird, während die äussere Zone ihre Beleuchtung nur von den Strahlen der Benzinflamme empfängt.

und schliesslich die Einstellung d in Centimetern auf gleiche Flächenhelligkeit vorgenommen.

Die Helligkeit B ist dann $= \frac{D^2}{d^2}$ Normalkerzen, wobei die in der Formel enthaltene Plattenkonstante C aus der dem Instrumente beigegebenen Konstantentafel zu entnehmen ist. D ist die Entfernung der zu messenden Lichtquelle von der Milchglasplatte ab.

Hat die Lichtquelle nicht dieselbe Farbe wie das Benzinlicht, so bestimmt man durch Einschieben eines roten und dann eines grünen Glases die Lichtintensität für beide Farben getrennt und berechnet dann die Beleuchtungskraft nach einer anderen Formel, welche in der dem Apparat beigegebenen Beschreibung entwickelt ist.

Die Beleuchtungskraft des diffusen Lichtes wird gemessen, indem man entweder einen matten weissen Schirm benützt, der an die zu untersuchende Stelle des Raumes gebracht wird, oder aber, indem man statt des Abblendungsrohres eine Milchglasplatte vor den drehbaren Tubus schiebt: auch über diese Messung ist das Nähere in der Beschreibung nachzusehen; hier ist nur das zum Verständnis des Apparats Notwendige mitgeteilt worden.

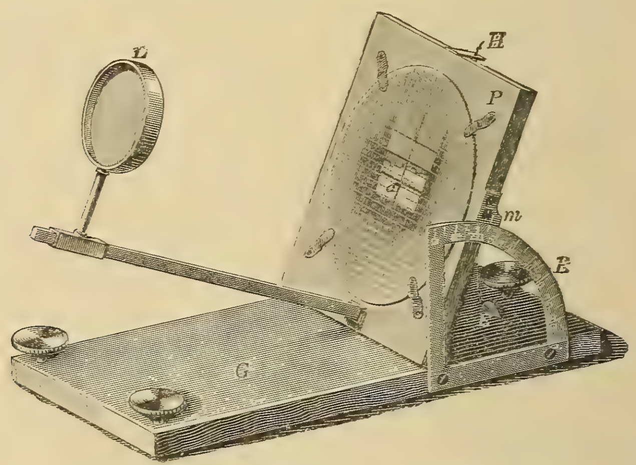


Fig. 131. Raumwinkelmesser von Weber.

Der Raumwinkelmesser von Weber (Fig. 131) gibt für die vorhandene Lichtmenge keine absoluten Zahlen,

sondern gestattet nur, die Fläche Himmel zu bestimmen, welche für den betreffenden Platz Licht aussendet und daher für die dort vorhandene Lichtmenge in erster Linie massgebend ist; er ist also nur für Untersuchungen der natürlichen Beleuchtung zu gebrauchen.

Denkt man sich von dem zu untersuchenden Punkte des Zimmers nach den Umgrenzungslinien des sichtbaren Himmels (d. s. die Ränder des Fensters) Linien gezogen, so bildet die Gesamtheit dieser Linien je nach der Contur des Fensters eine Ecke, einen Kegel oder eine gemischte räumliche Figur. Die Ecke wird, von den verschiedenen Punkten des Zimmers aus konstruiert, ungleich gross sein, und zwar um so grösser, je näher der untersuchte Punkt dem Fenster liegt. Die Grösse der Ecke misst nun Weber mit seinem Raumwinkelmesser. Er denkt sich um die Spitze der Ecke als Mittelpunkt eine Kugel konstruiert und deren Oberfläche in 41,000 Quadrate geteilt. Je grösser nun die Ecke, um so mehr Quadrate wird sie aus der Kugeloberfläche ausschneiden, so dass die Anzahl der Quadrate ein direktes Mass derjenigen Himmelsfläche ist, welche direkt Strahlen zu dem betreffenden Punkte sendet. Die Anzahl der Quadrate wird mit dem Raumwinkelmesser bestimmt. Das Instrument besteht aus einer Glaslinse L von 114 mm Brennweite, welche auf ein in kleine Quadrate von 2 mm Breite geteiltes Papier P ein umgekehrtes Bild der gegenüberliegenden Gegenstände, der Fenster, des Fensterkreuzes und innerhalb dieses der gegenüberliegenden Dächer und direkt beleuchtenden Stücks freien Himmels wirft. Man kann leicht die dem Raumwinkel entsprechenden Quadrate, die vom Himmel eingenommen werden, zählen. Aus den mit dem Instrumente vorgenommenen Untersuchungen Hermann Cohns weiss man nun, dass

1. an Plätzen, auf welche gar kein Himmelslicht fällt, deren Raumwinkel = 0 ist, die Helligkeit an trüben Tagen nur 1—3 Meterkerzen beträgt;

2. wenn der Raumwinkel an einem Platze kleiner als 50 Quadratgrat ist, die Helligkeit an trüben Tagen weniger als 10 Meterkerzen beträgt;

3. wenn der Raumwinkel grösser als 50°, so ist auch an trüben Tagen die Helligkeit grösser als 10 Meterkerzen.*)

Eine Helligkeit von zehn Meterkerzen ist als unterste Grenze für die Beleuchtung eines Platzes zu verlangen, an welchem gelesen und geschrieben werden soll.

Die Helligkeit eines durch Tageslicht beleuchteten Raumes und der in demselben vorhandenen Arbeitsplätze ist nun von verschiedenen Faktoren abhängig.

1. von der zuströmenden Sonnenlichtmenge; diese hängt wiederum ab

a) von der Entfernung der Sonne von der Erde,
b) von dem Hoch- oder Tiefstand der Sonne (je senkrechter die Strahlen auffallen, um so stärker beleuchten sie),
c) von der Grösse der Absorption der Sonnenstrahlen (Wolken, Nebel).

2. von der Grösse der Fensteröffnung. Dieselbe (excl. Fensterkreuz, Vorhänge, Rouleaux u. s. w.) muss in bestimmtem Verhältnisse zur Bodenfläche stehen und soll mindestens $^{1}/_{12}$ dieser betragen.

3. von der Grösse des durch das Fenster sichtbaren Stückes Himmelsgewölbe, welche wiederum von der freien Lage des Hauses abhängt (durch den Weber'schen Raumwinkelmesser zu bestimmen).

---

*) Nach neueren Untersuchungen von Erismann ist der Wert des Raumwinkels zur Beurteilung der Helligkeit von Zimmern überschätzt worden. Es müssen vielmehr dort, wo die Fensteroberfläche schlecht beleuchtet ist, wo also überhaupt wenig Tageslicht ins Zimmer dringt, wo deshalb wenig Licht von den Wänden reflektiert wird, und die auf das reflektierte Licht fallende Quote der Gesamthelligkeit gering ist, relativ hohe Forderungen an den Raumwinkel gestellt werden, da unter diesen Umständen die einen geringen Raumwinkel besitzenden Plätze auch an hellen Tagen zu dunkel sind; wo aber das Gebäude freisteht und die Fensteroberfläche gut beleuchtet ist und wo deshalb die Fenster viel Licht ins Zimmer einlassen und das Licht von den Wänden gut reflektiert und zerstreut wird, — wo also die auf das reflektierte Licht fallende Quote der Gesamthelligkeit gross ist, — da dürfen die an den Raumwinkel gestellten, oben genannten Forderungen bedeutend herabgesetzt werden, da können auch Plätze, die wenig oder gar kein direktes Himmelslicht erhalten, dennoch hinreichend beleuchtet sein.

Für die stündliche Erzeugung von 100 Kerzen*) sind erforderlich			Dabei werden entwickelt		
Beleuchtungsart	Menge	Preis derselben in Pf.	Wasser Kilogr.	Kohlensäure cbm bei 0°	Wärme W.-E.
Elektrisches Bogenlicht	0,09 bis 0,25 Pferdekr.	6 bis 12	0	Spuren	57 bis 158
„ Glühlicht	0,46 bis 0,85 Pferdekr.	15 bis 30	0	0	290 bis 536
Leuchtgas: Siemens Regenerativbrenner	0,35 bis 0,56 Kubikm.	6,3 bis 10,1	—	—	etwa 1500
„ Argand	0,8 Kubikm. (bis 2)	14,4 (bis 36)	0,86	0,46	4860
„ Zweiloch	2 „ (bis 8)	36,0 (bis 144)	2,14	1,14	12150
„ Glühlicht	—	11.2	0,64	0,70	3700
Erdöl, grösster Rundbrenner	0,20 Kilogr.	4	0,22	0,32	2400
„ kleiner Flachbrenner	0,60 „	12.0	0,80	0,95	7200
Solaröl, Lampe von Schuster und Baer	0,28 „	6.2	0,37	0,44	3360
„ kleiner Flachbrenner	0,60 „	13.2	0,80	0,95	7200
Rüböl, Carcellampe	0,43 „	41.3	0,52	0,61	4200
„ Studierlampe	0,70 „	67.2	0,85	1,00	6800
Paraffin	0,77 „	139	0,99	1,22	9200
Wallrath	0,77 „	270	0,89	1,17	7960
Wachs	0,77 „	308	0,88	1,18	7960
Stearin	0,92 „	166	1,04	1,30	8940
Talg	1,00 „	160	1,05	1,45	9700

*) Unter Kerze versteht man die Lichtmenge, welche von einer Paraffinkerze erzeugt wird, welche bei einem Durchmesser von 20 mm, einer Flammenhöhe von 50 mm stündlich 7.7 gr Paraffin verbrennt; das Kerzenmaterial soll möglichst reines Paraffin sein und einen nicht unter 55° liegenden Erstarrungspunkt haben. Für die Angaben von Lichtmengen wird auch noch die von einer Carcellampe ausstrahlende Lichtmenge benutzt, welche in einer Stunde 42 gr Rüböl verbraucht. Eine Carcellampe entspricht 9.8 Kerzen.

4. von der Entfernung der Arbeitsplätze vom Fenster. Je weiter dieselben vom Fenster abliegen, um so geringer die Helligkeit, und zwar nimmt diese proportional dem Quadrat der Entfernung ab; sie ist z. B. 3 Meter vom Fenster neunmal so gering, als 1 Meter vom Fenster.

Künstliche Beleuchtung.

Bei der künstlichen Beleuchtung wird Licht erzeugt, indem chemische Spannkräfte — zumeist aufgespeicherte Sonnenwärme — in Wärme zurückverwandelt und dadurch zum Erglühen gebracht werden.

Hiebei finden Verwendung:

1. Feste Körper:
   Talg, Stearin, Paraffin, Wachs, Wallrat.
2. Flüssige Körper:
   Petroleum, Alkohol, verschiedene Oele.
3. Gase:
   Kohlen-, Wassergas.

Bei Verbrennung dieser Körper wird Sauerstoff verbraucht, Kohlensäure und andere Verbrennungsprodukte werden gebildet.

Diese werden nicht (oder nur in sehr geringer Menge) erzeugt bei Benützung der

4. Elektricität zu Beleuchtungszwecken, wobei durch Einschalten eines Widerstandes Elektricität in Wärme und Licht umgewandelt wird.

Der Besprechung der verschiedenen Arten der künstlichen Beleuchtung sei nebenstehende instruktive, von Rubner ergänzte Tabelle von F. Fischer vorausgeschickt, welche über den Preis, sowie die entwickelten Mengen von Wasser, Kohlensäure und Wärme der verbreitetsten Beleuchtungsarten Auskunft gibt.

Wie die Tabelle lehrt, sind die aus den festen Leuchtstoffen hergestellten Talg-, Stearin-, Wachs-, Paraffinkerzen zunächst sehr teure Leuchtkörper; sie sind aber auch deshalb vom hygienischen Standpunkte zu verurteilen,

weil sie sehr viel (verhältnismässig bedeutend mehr als alle übrigen Beleuchtungsarten) Wasser, Wärme und CO_2 produzieren. Besonders bei den Talglichtern wird die Zimmerluft ausserdem noch durch andere Verbrennungsprodukte, Kohlenwasserstoffe, Kohlenoxydgas, Fettsäuren, Acroleïn etc. verunreinigt.

Auch ist das Flackern der Flamme eine das Auge belästigende Beigabe der Beleuchtung durch die vorgenannten Leuchtkörper.

Bedeutend rentabler ist die Beleuchtung mit flüssigen Leuchtstoffen, vor allem mit Petroleum.

Der in grossen Mengen in einzelnen Teilen Nordamerikas und am kaspischen Meere vorkommende Rohstoff, ein Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffe, muss vor seiner Benutzung sorgfältig gereinigt und durch fraktionierte Destillation von den leichter flüssigen Kohlenwasserstoffen getrennt werden.

Durch die Destillation wird das Rohpetroleum in folgende Produkte zerlegt (die Siedepunkte sind in Klammern beigefügt); Rhigolen (unter 37.7°), Petroleumäther (40—70°), Gasolin (90)°, Petroleumbenzin (80—110°), Ligroïn (80—120°), Putzöl (120—170°), endlich raffiniertes Petroleum, welches bei 150—250° C. siedet und ein spezifisches Gewicht von 0.81 hat.

Durch die Beimengung der bei niedriger Temperatur siedenden billigeren Bestandteile des Rohstoffes zum raffinierten Petroleum entsteht Explosionsgefahr. Wenn nämlich diese Körper durch die beim Brennen des Petroleums gebildete Wärme verdampfen, so können sie mit der Luft ein Gemenge bilden, welches, sobald es mit der Flamme in Berührung kommt, eine Explosion hervorruft. Auch verbrennen diese Beimengungen des raffinierten Petroleums nicht vollständig; die Verbrennungsprodukte gehen dann in die Luft der Umgebung über und können so Schädigungen der Gesundheit hervorrufen.

Es genügt nun nicht, zur Erkennung einer derartigen Fälschung nur das spezifische Gewicht zu bestimmen, da

bei den Fälschungen ausser den spezifisch leichteren Produkten noch ein schweres Oel zugesetzt wird, wobei das ursprüngliche spezifische Gewicht des raffinierten Petroleums resultiert.

Es muss vielmehr das Petroleum auf seinen Entflammungspunkt untersucht werden, unter welchem man die niederste Temperatur versteht, bei welcher das Petroleum entflammbare Gase entwickelt. Von diesem ist wohl zu unterscheiden der beträchtlich höher liegende Entzündungspunkt, d. h. die Temperatur, bei welcher das Petroleum zu brennen beginnt.

Nach kaiserlicher Verordnung (24. Februar 1882) darf Petroleum, welches unter einem Barometerstand von 760 Millimeter schon bei einer Erwärmung auf weniger als 21 Grade Celsius entflammbare Dämpfe entweichen lässt, nur in solchen Gefässen verkauft und feilgehalten werden, welche die deutliche Inschrift **„Feuergefährlich,“** *und weiterhin „Nur mit besonderen Vorsichtsmassregeln zu Brennzwecken verwendbar“ tragen. Die Untersuchung des Petroleums auf seine* **Entflammbarkeit** *muss mit dem* **Abel'schen** *schen* **Petroleumprüfer** *geschehen.* Die in Deutschland gesetzlich vorgeschriebene Form des Apparates besteht aus einem kleinen Petroleumgefäss, welches in ein bedeutend grösseres Wasserbad eingesetzt ist. Im Wasser- wie im Petroleumgefäss befinden sich die Kugeln von Thermometern, deren Skalen aussen abgelesen werden können. Das Wasserbad wird erwärmt und damit auch das Petroleum, und dann bei verschiedener Temperatur geprüft, ob sich schon entflammbare Dämpfe gebildet haben.

Die nähere Beschreibung des Apparates und seiner Benützung ist ziemlich kompliziert und kann aus der jedem Apparat beigegebenen Gebrauchsanweisung entnommen werden.

In Oesterreich darf nach einer Ministerial-Verordnung vom 10. Februar 1868 Petroleum, dessen Minimalentzündungstemperatur weniger als 30° beträgt, als Beleuchtungsstoff nicht verkauft werden.

Die zur Verbrennung von Petroleum dienenden Lampen sind sehr verbessert worden. Anstatt der früheren Flachbrenner sind Rundbrenner eingeführt, bei denen

reichliche Zufuhr erwärmter Luft von aussen, dann aber auch central durch einen mitten durch das Petroleumgefäss gelegten Kanal eine äusserst günstige Verbrennung und damit einen sehr guten Lichteffekt bewirken.

Ein Doppel-Cylinder (Fig. 132) lässt weiterhin bei dem die Flamme einschliessenden Cylinder kontinuierlich Luft vorbeistreichen und verhindert so die Abgabe strahlender Wärme und damit eine Belästigung der in der Nähe der Lampe arbeitenden Personen.

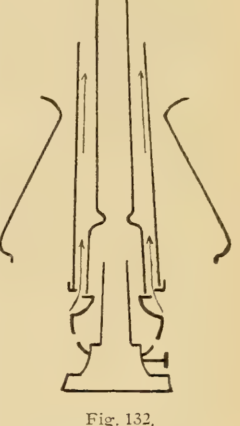


Fig. 132.
Normallampe nach Schuster und Bär.

Zur Speisung von Arbeitslampen wird auch noch Solaröl benützt, ein dem Petroleum nahe verwandtes, ebenfalls nur aus Kohlenwasserstoffen bestehendes farbloses oder schwach gelblich gefärbtes Oel. Es ist aus Braunkohle hergestellt und besitzt ein spezifisches Gewicht von 0,825—0,830: der Siedepunkt liegt zwischen 160 und 196°.

Das Leuchtgas, welches seit Anfang dieses Jahrhunderts allgemeine Verbreitung gefunden hat, wird gewöhnlich aus Steinkohlen bereitet, welche in eisernen Retorten (siehe Figur), einer Destillation unterzogen werden. Hierbei entsteht das Leuchtgas selbst, dann teerige Produkte, welche später kondensiert und dadurch vom Leuchtgas getrennt werden, während in den Destillationsretorten die Coaks zurückbleiben. Nach der Kondensation der Teerbestandteile wird das Leuchtgas in den sogenannten Scrubbern, mit Coaks gefüllten Gefässen, einem fortwährenden Regen ausgesetzt, wobei dasselbe gewaschen, von den letzten Teerresten, wie von einem Teil des Schwefelwasserstoffes, des Schwefelammons und Ammoniaks befreit wird. Die übrigen Verunreinigungen werden durch eine trockene Reinigung mit Kalkhydrat und Eisenoxyd (Lamingsche Masse, welche zwischen Sägespänen verteilt ist) entfernt; das Kalkhydrat absorbiert die Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium, das neugebildete Schwefelcalcium nimmt den Schwefelkohlenstoff auf.

Das fertige Gas gelangt dann in eiserne Gasometer, wo es, über Wasser aufbewahrt, an dieses noch Ammoniak- und Cyanverbindungen abgibt. Der Gasometer dient zur Ansammlung des Gases bis zum Verbrauch desselben und zur Erzeugung des für die Verteilung in den Leitungen notwendigen Druckes von etwa 16 mm Wasser.

Das fertiggestellte Steinkohlengas schwankt in seiner Zusammensetzung, es enthält etwa

Schwere Kohlenwasserstoffe	3,5
Leichte „	36,2
Kohlenoxyd	9,1
Wasserstoff	50,2.

Das Leuchtgas kann für die Gesundheit gefährlich werden, wenn beim Brennen desselben etwa vorhandenes Ammoniak in das giftige Ammoniumcyanid (NH_4CN) übergeht.

Es ist ein weiterer Nachteil des Leuchtgases, dass sich bei dessen Verbrennung schweflige Säure und Schwefelsäure, sowie Untersalpetersäure, salpetrige Säure und Salpetersäure bilden, welche der Vegetation schädlich sind und auch auf die Mobilien, besonders Möbelstoffe und Vorhänge zerstörende Wirkung ausüben.

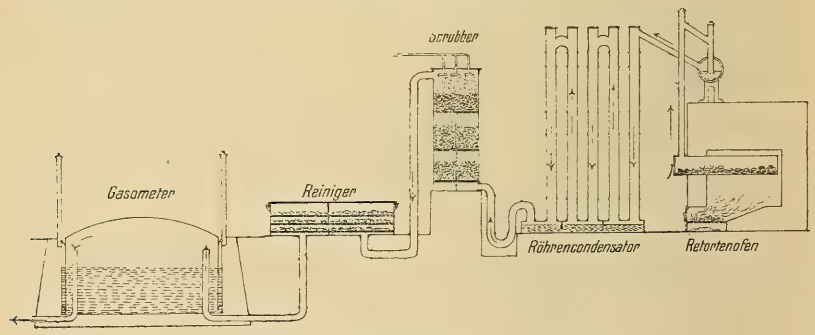


Fig. 133.
Leuchtgasfabrikation (nach Schilling).

Die grösste Gefahr liegt aber in dem Gehalt an dem für den Menschen giftigen Kohlenoxydgas, wenn sich dieses beim Undichtwerden von Röhren der Atmungsluft beimischt. Unter gewöhnlichen Verhältnissen bemerkt man jedoch den Austritt des Gases, noch ehe es gefährlich werden kann, an dem ihm

eigentümlichen, von geringen Mengen Naphthalin und Schwefel-Kohlenstoff herrührenden Geruche. Während nämlich schon ein Gehalt von 0,01—0,02 % Leuchtgas mit ungefähr 0,001 CO in der Luft durch den Geruch erkennbar ist, wirkt erst ein solcher von 0,05 % CO (also in 50facher Menge) schädlich. Dieser Geruch verschwindet jedoch, wenn das Gas durch Bodenschichten hindurchtritt und hiebei die riechenden Stoffe vom Boden absorbiert werden. Es kann dann das Gas unbemerkt in die Wohnungen eintreten und zu Vergiftungen führen; dies ist besonders im Winter möglich, wenn bei einem Rohrbruch der Strassenleitung das warme Haus auf die kalte Umgebung saugend wirkt und überdies die Strassenoberfläche gefroren oder mit einem dichten Pflaster belegt ist. Durch Herstellung eines undurchlässigen Fundaments sind Häuser vor dem Eindringen des Gases zu schützen.

Endlich liegt noch eine Gefahr in der Explosionsfähigkeit des Gases. Eine Explosion erfolgt jedoch erst, wenn das Gas mit dem 4—10fachen Volumen Luft vermischt ist.

Der Anwendung des Leuchtgases zu Beleuchtungszwecken dienen verschiedene Brenner:

Der Einlochbrenner besteht aus einem kurzen, in eine feine Oeffnung auslaufenden Cylinder; er dient nur für Illuminationszwecke.

Der Schnitt- oder Schlitzbrenner (Fig. 134) hat im oberen knopfförmigen Ende einen Einschnitt; wegen der Form der Flamme, die man mit diesem Brenner erhält, wird er auch Fledermausbrenner genannt.

Fig. 134. Schnitt- oder Fledermausbrenner.

Fig. 135. Zweiloch- oder Fischschwanzbrenner.

Der Zweiloch- oder Fischschwanzbrenner (Fig. 135) hat zwei unter einem Winkel von 90° gegen einander geneigte Oeffnungen. Die Flamme hat die Form eines Fischschwanzes.

Die vorgenannten Brenner sind für Arbeitszwecke nicht zu verwenden; sie geben, weil sie durch einen Glascylinder nicht geschützt werden können, ein unruhiges, flackerndes Licht, verunreinigen die Luft sehr stark, erzeugen auch im

Verhältnis zur gebildeten Lichtmenge von allen Beleuchtungsarten die meiste Wärme.

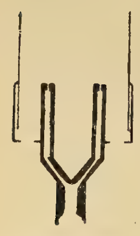


Fig. 136.
Argandbrenner.

Für Zimmerbeleuchtung zu Arbeitszwecken wird hauptsächlich der Argandbrenner (Figur 136) benutzt. Seine Flamme besteht aus einer Reihe kleiner Strahlen, welche aus den feinen Oeffnungen des kranzförmigen Brenners heraustreten.

Der Argandbrenner und die anderen vorher genannten Brenner haben den gemeinsamen Nachteil, dass sie die bei der Verbrennung entstehenden Verbrennungsprodukte, besonders Kohlensäure und Wasser, der Zimmerluft mitteilen, wodurch diese unter Umständen erheblich verunreinigt wird. Im Gegensatz zu ihnen ist es ein Vorzug der Regenerativ-Gasbrenner, diese Nachteile durch eine konstante Ventilation, welche sich bei diesen Brennern leicht anbringen lässt, zu umgehen. Das Prinzip derselben ist aus Fig. 137 zu ersehen. Das zuströmende Gas wird bei diesem System ebenso wie die zur Verbrennung nötige Luft durch die Flamme selbst vorgewärmt. Das Gas tritt zu der ringförmigen Leuchtflamme, welche zwischen dem Porzellancylinder *P* und dem Hartglascylinder *H* brennt, aus dem ringförmigen Rohr *R* nach oben. Das obere Ende der Flamme wird durch den Zug nach der Mitte zu abgebogen und die Verbrennungsgase in der Richtung des Pfeiles durch den Seitenarm nach dem Zugrohr abgesogen. Sie treten dann durch den an der Decke befindlichen Trichter in den Ventilationskanal über, indem sie dabei gleichzeitig infolge ihrer Wärme die Zimmerluft mit absaugen.

Das Leuchtgas sowohl als auch die zuströmende Luft erwärmen sich an dem Regenerator und wird somit die Wärme der abziehenden Verbrennungsprodukte, welche bei den andern Brennern die Temperatur des Raumes erhöht, für die Erzeugung einer günstigen Verbrennung und damit einer vorteilhaften Beleuchtung verwertet.

Wenn das Licht nach unten geworfen werden soll, so werden derartige, nach demselben Princip konstruierte Brenner mit Vorwärmung, sogenannte invertierte Regenerativ-

brenner benützt (s. Fig. 136), bei welchen die Flamme F nach unten frei ist.

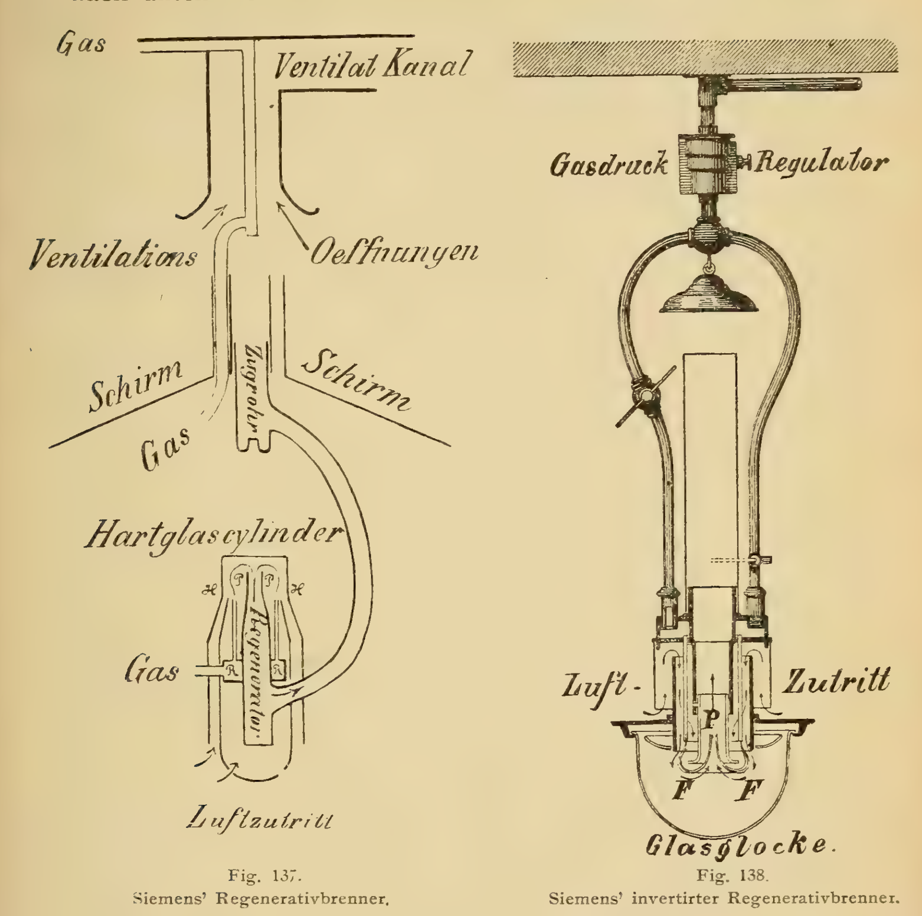


Fig. 137.
Siemens' Regenerativbrenner.

Fig. 138.
Siemens' invertirter Regenerativbrenner.

Sehr grosse Verbreitung hat in den letzten Jahren das Gasglühlicht, Auerlicht (von C. Auer v. Welsbach angegeben) gefunden. Bei diesem System wird ein mit Torium-Oxyd getränktes netzartiges Baumwollgewebe (Glühkörper) glockenartig über die nicht leuchtende Flamme eines Bunsenbrenners gehängt*), wobei das im Gewebe enthaltene

*) Die Aufhängevorrichtung ist in Deutschland central, in Oesterreich seitlich angebracht.

Metalloxyd, zur Weissglühhitze erhitzt, den eigentlichen Leuchtkörper darstellt, Das weisse Licht der Auerbrenner ist dem elektrischen Bogenlicht ähnlich und lässt alle übrigen Farben gut erkennen. Die Brenner geben ein gleichmässiges, ruhiges Licht. Wegen der grossen Intensität desselben ist es zweckmässig, die Flammen mit sogenannten Augenschützern (Lichtschirmen) aus Milchglas zu umgeben. Mit dem Auerlicht kann bei erheblich geringerem Gasverbrauch eine bedeutend grössere Lichtstärke erzeugt werden, als dies unter Verwendung der bisher eingeführten Brenner möglich war. Neben der bedeutenden Kostenersparnis bei Gebrauch des Auerbrenners ist ferner vom hygienischen Standpunkt die Erzeugung von weniger Hitze und gasförmigen Verunreinigungen der Wohnungsluft besonders zu betonen (s. d. Tab. Seite 260).

Diesen Vorzügen stehen allerdings einige, wenn auch nicht sehr bedeutende Nachteile gegenüber; es sind dies die verhältnismässig hohen Anschaffungskosten, die Empfindlichkeit und leichte Zerbrechlichkeit des Glühkörpers, häufigeres Springen der Cylinder und eine langsame, nicht grade erhebliche Abnahme der Lichtstärke des Glühkörpers bei längerer Benützung.

Der in jüngster Zeit gegen das Gasglühlicht erhobene Einwand, dass in den Verbrennungsprodukten desselben Kohlenoxyd in bedenklicher Menge vorhanden sei, hat sich als durchaus unrichtig erwiesen.

Ausser dem Leuchtgas finden noch andere Gasarten Verwendung.

Das Oelgas wird aus Fetten, Erdölrückständen, Paraffinöl u. s. w. hergestellt und bildet ein schweres Gas von grosser Leuchtkraft.

Wassergas wird benützt bei Herstellung des sogenannten Fahnejelm'schen Glühlichts, welches sich gut bewährt hat. Das Glühlicht besteht aus einem mit Wassergas gespeisten Fischschwanzbrenner, durch dessen Flamme zwei Reihen von Magnesianadeln, welche über der Flamme kammartig angebracht sind, zur Weissglut erhitzt werden; der Brenner strahlt dann ein kräftiges, vollkommen weisses Licht aus.

Es ist jedoch auch hier (s. Heizung) gegen die Verwendung

des Wassergases zu Beleuchtungszwecken der Einwand zu erheben, dass es wegen seines hohen Gehalts an CO als gefährlich bezeichnet werden muss, wenn nicht durch besondere Einrichtungen (wie Imprägnierung mit riechenden Stoffen u. s. w.) dafür Sorge getragen wird, dass ein Ausströmen des geruchlosen Gases sofort bemerkt wird.

Die Elektricität*) dient in zweierlei Form zur Beleuchtung,

erstens als Bogenlicht,

zweitens als Glühlicht.

Das elektrische Bogenlicht entsteht, indem in einen elektrischen Strom zwei 3—6 mm von einander entfernte Kohlenspitzen eingeschaltet werden.

---

*) Zur Erzeugung von Elektricität, welche für die verschiedenartigsten hygienischen Zwecke (Beleuchtung, Ventilation, Heizung, Reinigung von Abwässern) benützt werden kann, werden Maschinen verwendet, welche durch Induktion mechanische Arbeit in Elektricität verwandeln. Die Dynamomaschinen bestehen aus einem beweglichen Anker, einem mit isoliertem Draht überwickelten Eisenkern und einem Magneten. Durch Drehung des Ankers werden die Ankerwindungen oder Ankerspulen abwechselnd bei den Nord- und Südpolen des Magneten vorbeigeführt und hiebei elektromotorische Kräfte und Elektricitätsströmungen von abwechselnd entgegengesetzter Richtung erzeugt, die direkt als Wechselströme oder unter Verwendung von Kommutatoren als Gleichströme in den äusseren Stromkreis übergeführt werden können. (Gleichstrom- und Wechselstrommaschinen), Die Dynamomaschinen können auf die verschiedenartigste Weise durch Wasserkraft, Dampf u. s. w. in Bewegung gesetzt und damit elektrische Kräfte erzeugt werden, welche von den Dynamomaschinen entweder direkt durch Drähte zum Ort ihrer Verwendung und zu sofortiger Benützung fortgeleitet oder aber in sogenannten Akkumulatoren aufgespeichert werden. Die Akkumulatoren oder Sekundärelemente bestehen gewöhnlich aus verschiedenartig präparierten Bleiplatten, welche in Gefässe, die mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt sind, eingesenkt werden.

Zum Schutz gegen Feuersgefahr, welche dadurch entstehen kann, dass bei Beschädigung der Drahtisolierungen Kurzschluss eintritt, wenn besonders Drähte, in welchen starke Ströme fortgeleitet werden, nahe einander liegen, werden „Sicherungen" angewandt. Es werden (deshalb) in die Leitungen kurze Stücke eines leicht schmelzbaren Metalls (gewöhnlich Blei) eingeschaltet, die den Strom bei normaler Stärke durchlassen, beim Ansteigen des Stromes aber zum Schmerzen erhitzt werden und zugleich mit dem Schmelzen die Leitung unterbrechen.

Das Glühlicht wird erzeugt, indem eine gewöhnlich U-förmig gebogene verkohlte Bambusfaser (Edison-Lampe) oder auch eine verkohlte Baumwollfaser (Swan-Lampe), welche zur Verhütung der Verbrennung in eine luftleer gemachte Glaskugel eingeschlossen sind, durch den elektrischen Strom zur Weissglut erhitzt werden.

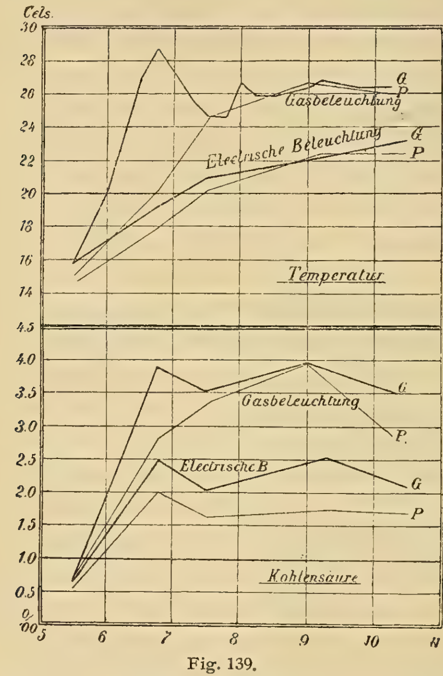


Fig. 139.

Die Hauptvorzüge, welche das elektrische Licht vor allen übrigen Beleuchtungsarten voraus hat, beruhen darin, dass es verhältnismässig nur sehr wenig Wärme und gar keine Verbrennungsprodukte — das Bogenlicht nur Spuren — erzeugt, somit also die Luft gar nicht verschlechtert.

Dies geht mit Sicherheit aus der oben mitgeteilten Tabelle von Fischer hervor. Die grossen Vorzüge, welche das elektrische Licht bietet, waren besonders deutlich zu erkennen bei den im Zuschauerraum des Münchner Hoftheaters von Renk angestellten Beobachtungen, welche den Wert eines im grossen durchgeführten Experiments besitzen. Es wurden dort während zweier Opern-Vorstellungen bei ausverkauftem Hause (anwesend 1790 resp. 1780 Personen), von denen die eine bei Gasbeleuchtung, die andere bei elektrischer Beleuchtung abgehalten wurde, in den verschiedenen Räumen des Hauses zu verschiedenen Zeiten:

1. vor dem Anzünden der Flammen, 2. am Ende der Ouvertüre, 3. am Ende des I. Aktes, 4. am Ende des II. Aktes, 5. am Endes III. Aktes

Beobachtungen über die Temperatur, den Kohlensäure- und

Wassergehalt der Luft angestellt, welche unter anderen folgende interessante Resultate ergaben.

Die Differenzen zwischen niedrigster (Anfangs-) und höchster Temperatur betrugen: (s. auch die Kurven Fig. 138)

	bei Gasbeleuchtung	bei elektrischer Beleuchtung
Parket	11.7°	7.7°
Gallerie	12.8°	7.4°

Die wünschenswerte Temperatur von 20° wurde überschritten

	bei Gasbeleuchtung um	bei elektrischer Beleuchtung um
Parket	6.6°	2.4°
Gallerie	10.6°	6.2°

Aehnlich verhielt sich die Kohlensäurebildung. Die absolute höchste Zunahme betrug:

	bei Gasbeleuchtung	bei elektrischer Beleuchtung
Parket	2.611°/oo	1.408°/oo
Gallerie	3.282°/oo	1.859°/oo

Der Grenzwert von 1.0°/oo Kohlensäure wurde überschritten

	bei Gasbeleuchtung um	bei elektrischer Beleuchtung um
Parket	2.926°/oo	1.005°/oo
Gallerie	2.966°/oo	1.535°/oo

Endlich zeigten auch die Beobachtungen des Wassergehalts der Luft während zweier Vorstellungen mit Gas- resp. elektrischer Beleuchtung die grossen Vorzüge der letzteren vor der ersteren.

Was die Farbe des elektrischen Lichts betrifft, so ist die des Glühlichts dem rötlichen Gaslicht sehr ähnlich, während das Bogenlicht mehr bläulich ist. Die Annahme, dass ein blaues Licht dem Auge schädlicher ist als ein gelbes, ist nicht sicher bewiesen. Eine nachteilige Einwirkung auf das Auge scheint übrigens auch nicht von der Farbe, sondern von der Intensität und dem Glanz des Lichtes abzuhängen.

Unter Glanz einer Lichtquelle versteht man (nach E. Voit) diejenige Lichtmenge, welche von der Flächeneinheit derselben ausgeht; der Glanz ist bei den verschiedenen Beleuchtungsarten sehr verschieden, so ergab pro 1 □mm leuchtende Fläche

		eine Lichtstärke von
Gas	Einlochbrennern	0,0006 Kerzen,
	Argandbrennern	0,0030 „
	kleinen Siemensbrennern . .	0,0038 „
	grossen „ . .	0,0060 „
elektrische Beleuchtung	Glühlampen	0,4000 „
	Bogenlampe	4,8400 „

Die schädliche Einwirkung auf das Auge ist nun nicht dem Glanz genau proportional, so dass also nach den oben angeführten Zahlen eine Glühlampe das Auge nicht 133 mal so stark afficieren würde als ein Argandbrenner; sie ist vorhanden, aber nicht in so hohem Masse. Man kann sie aufheben, wenn man durch Anbringen einer matten Glocke das direkte Einfallen der blendenden Strahlen ins Auge verhindert, wodurch natürlich die Helligkeit des betreffenden Beleuchtungskörpers eine Einbusse erleidet. Dieselbe ist jedoch nicht so erheblich — sie beträgt bei Verwendung matt geätzten Glases nur etwa 20—25 % — dass sie bei der für das Auge so wohlthuenden Wirkung in Betracht käme. Auch müssen ja bei den anderen Beleuchtungsarten — Gas und Petroleum — im Interesse der Hygiene des Auges derartige schützende Glocken angebracht werden, welche dann ebenfalls einen Verlust an Helligkeit hervorrufen.

Ausser bei Verwendung elektrischer Beleuchtung kann
übergrosse Lichtintensität
für das Auge nachteilig sein bei direkter Betrachtung der Sonne mit ungeschütztem Auge (bei Sonnenfinsternissen), bei Ueberschreiten grell beleuchteter Schneeflächen (Schneeblindheit), bei gewissen technischen Betrieben, wenn die Augen andauernd unter dem Einfluss zu grellen Lichtes stehen (Heizer, Spiegelmacher, Eisenarbeiter, Glasbläser).

Der elektrischen Beleuchtung werden noch zwei Vorwürfe gemacht, welche nicht in ihrer Funktion als Beleuchtungskörper, sondern in ihrer Anlage beruhen; sie soll feuergefährlich sein und durch den starken im System kreisenden Strom zu Unglücksfällen Anlass geben.

Die direkte Gefährdung des Lebens durch den elektrischen Strom bei zufälligen Berührungen mit dem Leit-

ungsdraht grösserer Anlagen ist bei Wechselströmen bedeutend grösser als bei Gleichstrom. Die Verhältnisse sind noch nicht genügend aufgeklärt.

Bei der künstlichen Beleuchtung macht die Verteilung der einzelnen Leuchtkörper oft Schwierigkeiten, besonders wenn es sich um Beleuchtung grösserer Räume handelt, in welchen eine Anzahl von Personen arbeiten soll (Werkstätten, Schulzimmer, Auditorien u. s. w.). Werden die Lichtquellen zu nahe dem einzelnen Arbeitsplatze angebracht, so belästigt vor allem die von ihnen ausstrahlende Wärme; entfernt man die Leuchtkörper, so kann bei nicht reichlicher Beleuchtung diese an den Arbeitsplätzen zu gering werden. Der Mangel wird gewöhnlich durch das Anbringen von Lampenschirmen eingeschränkt, welche die nach oben gesandten Strahlen auffangen und nach unten reflektieren. Wie die Untersuchungen von H. Cohn gezeigt haben, kann hierdurch die Beleuchtung einzelner Arbeitsplätze ganz erheblich verstärkt werden.

Werden Leuchtkörper mit grosser Leuchtkraft verwandt, so ist es andrerseits angezeigt, durch Anbringen von sogenannten Lichtschützern (aus mattiertem Glase hergestellte manschettenförmige Körper) oder Lampenglocken die Einwirkung des Lichtes zu mässigen, wodurch freilich, wie schon erwähnt wurde, ein Teil des Lichtes verloren geht.

Sehr nachteilig und störend bei der künstlichen Beleuchtung sind die in bestimmten Fällen sehr starken Schatten, welche beim Arbeiten durch den Kopf, die Hand, Werkzeuge u. s. w. gebildet werden. In der Absicht, diese Schattenbildungen zu vermeiden, die Beleuchtung mehr der natürlichen, diffusen nachzugestalten, ist zuerst von Trélat, in den letzten Jahren hauptsächlich durch Renk, die indirekte Beleuchtung zunächst für Auditorien empfohlen, aber ausser in diesen, auch schon mehrfach in Fabriken eingeführt worden. Hiebei strömt das Licht nicht direkt dem Arbeitsplatze zu, sondern wird durch unterhalb angebrachte Schirme erst nach der Decke und den Wänden des Raumes geworfen und breitet sich erst von hier aus als diffuses Licht über den Raum aus. Je nachdem die verwandten Schirme aus

ganz lichtundurchlässigem (Metall) oder teilweise durchlässigem Material (Milchglas u. s. w.) hergestellt sind, kann man die Beleuchtung zu einer vollständig oder nur teilweise indirekten machen.

Der Hauptvorzug einer derartigen indirekten Beleuchtung ist die gleichmässige Verteilung des Lichtes. Hiezu kommen das Fehlen störender Lichtschatten auf den Arbeitsplätzen, die Unmöglichkeit in die Flamme zu sehen und das Fortfallen der durch die strahlende Wärme hervorgerufenen Belästigungen.

Litteratur: H. Cohn, „Hygiene des Auges"; Renk, „Die elektrische Beleuchtung", Archiv f. Hyg., Bd. III; Renk, „Gasglühlicht zur Beleuchtung von Hörsälen"; Menning, „Indirekte Beleuchtung", Ges. Ing. 1892; Pelzer „Indirekte Beleuchtung", Dissertation, Halle 1893.

Abfallstoffe.

Zu den Abfallstoffen gehören:

1. die festen und flüssigen Exkremente der Menschen und Tiere,

2. die Abwässer der Küchen, Waschküchen, Badeanstalten, Schlachthäuser u. s. w.,

3. Die Abwässer aus Fabriken und gewerblichen Anlagen,

4. die Regenwässer von Dächern, Höfen und Strassen,

5. die festen Abgänge der Küchen, Schlachthäuser, Fabriken.

6. der Strassenkehricht.

Ueber die Mengen der verschiedenen Abfallstoffe lassen sich genaue Zahlen nicht angeben. Man weiss aus den Untersuchungen von C. v. Voit, dass ein normaler, ausgewachsener Arbeiter täglich bei mittlerer Nahrung 131 gr Kot und 1254 gr Harn ausscheidet, d. s. im Jahre 47.81 Kilo Kot und 457.7 Kilo Harn. Da diese Zahlen als Durchschnitt für eine aus Männern, Frauen und Kindern bestehende Bevölkerung viel zu hoch wären, hat v. Pettenkofer pro Jahr und Kopf durchschnittlich 34 Kilo Kot und 428 Kilo Harn angenommen.

Viel schwieriger ist es, für die unter 2. und 3. oben genannten Abwässer Mittelwerte zu nennen. Die Mengen richten sich nach den lokalen Verhältnissen, nach der Wasserzufuhr, nach den örtlichen Gebräuchen und nach dem Wasserbedarf der jeweiligen Betriebe. In modernen Städten mit reicher Wasserversorgung, Water-Closets und Schwemm-

kanalisation kann man die Abwässermenge pro Kopf und Tag auf 100—150 Liter schätzen.

Die unter 5. genannten festen Abgänge aus Küchen, Schlachthäusern, Fabriken etc. sind einer Schätzung überhaupt nicht zu unterwerfen, ebenso die Menge des Strassenkehrichts, welche zumeist von der Beschaffenheit des Strassenpflasters abhängig ist (s. dieses pag. 199).

Die Beseitigung aller dieser Abfallstoffe ist eine ebenso wichtige, als schwierige Frage, an deren Lösung gearbeitet worden ist, seitdem die Menschen das nomadisierende Leben aufgegeben und sich an bestimmten Plätzen niedergelassen haben. Der bei der Zersetzung der Abfallstoffe auftretende unangenehme Geruch, sowie die Vermutung, dass durch ihre Anhäufung in der Umgebung des Menschen und die dadurch erzeugte Verpestung von Luft, Boden und Wasser Krankheiten entstehen können, war die Ursache, dass man sich mit ihnen beschäftigte, ehe noch eine wissenschaftliche Hygiene die in ihnen schlummernden Gefahren genau erkannte.

Wie auf fast allen Gebieten der Hygiene und öffentlichen Gesundheitspflege ist auch hier der Theorie die Praxis weit vorangeeilt und wie weit sie es gebracht hat, das sehen wir aus den Ueberlieferungen und den Ueberresten von Abwasseranlagen aus längst vergangener Zeit.

Trotz dieser vielfachen Erfahrungen, die die Menschheit in Jahrtausenden gemacht hat, ist man von einer definitiven einheitlichen Lösung der Frage der Beseitigung der Abfallstoffe sehr weit entfernt. Eine solche wird es überhaupt, wie eben die Geschichte zeigt, niemals geben, da die jeweiligen örtlichen Verhältnisse stets einen besonderen Modus der Beseitigung wünschenswert erscheinen lassen werden.

Hiezu kommt noch eins. Während es die Gesundheit der Bevölkerung verlangt, die Abfallstoffe möglichst rasch zu entfernen, zu beseitigen, liegt es im volkswirtschaftlichen Interesse, die in ihnen enthaltenen Dungstoffe zu verwerten. Die Landwirtschaft hat deshalb stets darauf bestanden, dass bei der Beseitigung der städtischen Abfallstoffe ein Verfahren gewählt wird, welches die nachherige Benutzung derselben zur Düngung der Felder gestattet.

Als schwerwiegender Grund gegen deren beliebige Beseitigung wird angeführt, dass der Boden verarmen muss, wenn ihm nicht die Zersetzungsprodukte der Eiweisskörper, wie sie bei der Aufnahme vegetabilischen und animalischen Eiweisses im Tierkörper entstehen, wieder zugeführt werden, weil die Pflanze sonst kein Material hat, aus dem sie wieder Eiweiss bilden kann, da ihr der Stickstoff der Atmosphäre als solcher unzugänglich und nur seine Verbindungen (Ammoniak, salpetrig- und salpetersaure Salze) zur Eiweissbildung verwendbar sind. Dies ist nicht richtig. Einmal besitzen bestimmte Pflanzen die Fähigkeit, den elementaren, in der Atmosphäre enthaltenen Stickstoff aufzunehmen, dann aber wird bei jedem Gewitter durch die elektrischen Entladungen Stickstoff in salpetrige Säure übergeführt und damit für die Pflanzen zugänglich gemacht.

Die prinzipielle Frage, ob bei Wahl eines Verfahrens der Entfernung städtischer Abfälle auf die Landwirtschaft Rücksicht zu nehmen ist, muss aber von vornherein dahin entschieden werden, dass in erster Linie die Sorge für das Wohl der Bevölkerung massgebend ist; nur wenn die hygienischen und landwirtschaftlichen Interessen nicht collidieren, ist es selbstverständlich am Platze, den Kreislauf der Elemente nicht zu unterbrechen, sondern den Feldern wieder zuzuführen, was grossenteils von den Feldern stammt. Andernfalls aber muss die Landwirtschaft auf diese Unterstützung auf Kosten der Gesundheit der städtischen Bevölkerung verzichten.

Die Düngerproduktion auf dem Lande ist übrigens auch eine viel ausgedehntere, als in der Stadt, weil die Landbevölkerung die städtische überwiegt und weil ferner auf dem Lande bedeutend mehr Vieh gehalten wird, als in den Städten. Der auf dem Lande erzeugte Dünger wird nun von den Landwirten keineswegs in genügend sparsamer Weise behandelt und verwertet. Im Gegenteil ist es eine Ausnahme, dass Abtritt- und Stalljauche in dichten Gruben aufgefangen und bis zum Bedarf gesammelt wird; die Sammelstätten sind gewöhnlich sogenannte Versitzgruben, die einen beträchtlichen Teil der Jauche in den Boden versickern lassen. Da sie offen sind, wäscht ein jeder Regen die löslichen Salze aus, schwemmt

sie oberflächlich ab oder führt sie ebenfalls dem Boden der Düngergrube zu.

Es besteht also kein Grund, die landwirtschaftlichen Interessen über Gebühr in den Vordergrund zu stellen; die öffentliche Gesundheitspflege hat vielmehr in erster Linie die Pflicht, alle zu den städtischen Abfallstoffen zu rechnenden Verunreinigungen derart zu beseitigen, dass die Gesundheit nicht geschädigt wird.

Entfernung der Exkremente.

Für die Anlage eines Aborts darf nicht jeder beliebige Raum eines Wohngebäudes verwandt werden, es muss vielmehr jeder Abort ein unmittelbar in das Freie gehendes Fenster haben, damit eine ausreichende Lüftung möglich ist. Der Abort soll weder von einem Wohnzimmer noch von der Küche oder der Speisekammer zugänglich sein, auch nicht mit ihnen durch ein Fenster in Verbindung stehen. Von dieser Forderung sollte niemals abgewichen werden, weil sonst die Wohnungsluft mit Abtrittgasen verunreinigt wird.

Die Anzahl der erforderlichen Aborte eines Gebäudes ist nach der Zahl der sich in demselben aufhaltenden Personen zu bestimmen. Wenn möglich, ist für jede Wohnung ein besonderer, umwandeter, bedeckter, verschliessbarer Abort einzurichten.

Bei der Beseitigung der menschlichen Exkremente unterscheidet man zwei verschiedene Arten von Einrichtungen. Die eine sammelt die Exkremente in besonderen im Hause selbst oder in dessen nächster Umgebung befindlichen Gefässen. Von dort aus werden sie dann oberirdisch per Axe fortgefahren. Hierher gehören das Gruben- und das Tonnensystem, die Closetanlagen.

Bei der andern Art werden Harn und Kot sofort in ein Kanalsystem eingeleitet, durch welches sie unterirdisch aus den Häusern befördert werden. Dies bezwecken: die pneumatischen Systeme von Liernur, Berlier, Shone, das Verfahren von Waring und die Schwemmkanalisation. Beim

Grubensystem

werden die Fäkalien, eventuell auch Harn, Küchenspülwasser u. s. w. in Gruben geleitet, welche in dem zum Hause gehörigen Hofe unterirdisch angelegt sind.

In diese Gruben münden die Fallrohre der Abtritte; sie müssen glattwandig und aus einem undurchlässigen Material hergestellt sein (glasierte Thonröhren, emaillirte gusseiserne Röhren). Die Hauptrohre verlaufen senkrecht, der Winkel, den sie mit den zu den Abtritten abzweigenden Seitenrohren bilden, darf 25—28^0 nicht übersteigen. Die Abtrittstrichter müssen eine vertikale oder sogar nach hinten abweichende hintere Wand haben, damit der Kot nicht hängen bleibt.

Die Gruben, in welche die Rohre münden, sollen nicht unter bewohnten Räumen liegen, auch nicht direkt an die Grundmauern des Hauses anstossen. Sie müssen aus möglichst undurchlässigem Material gebaut sein. Ganz dichte Gruben sind sehr schwer herzustellen, da selbst Cement durch das Ammoniumcarbonat der Jauche allmählich angegriffen wird. Der Kubikinhalt der Grube muss daher möglichst klein sein (etwa $^3/_4$ cbm pro Familie), damit sie häufig geleert wird und wenig Gelegenheit vorhanden ist, die Umgebung zu verunreinigen. Auch wenig benützte Gruben sind von Zeit zu Zeit zu leeren, weil sonst der Grubeninhalt in derselben fault und die Umgebung verpestet.

Da das Fallrohr eine direkte Verbindung zwischen Wohnung und Grube bildet, wird die Wohnungsluft durch die Grubengase verunreinigt werden, wenn man nicht das Aufsteigen derselben verhindert. Dies ist möglich durch Einrichtung von Waterclosets (s. pag. 309 und 311), welche durch einen Wasserverschluss das Abtrittsrohr nach oben abschliessen. Der grosse Wasserverbrauch bei Verwendung von Waterclosets hat jedoch eine zu schnelle Anfüllung der Grube zur Folge, sie sind deshalb beim Grubensystem nicht allgemein einführbar. In diesem Falle ist es zweckmässig, den Abtritttrichter nach unten hin durch eine Klappe zu verschliessen, welche nach beendeter Defäkation die Fäces herunterfallen lässt und dann wieder die Oeffnung verschliesst. Ist dieser

Verschluss, wie er in Fig. 140 aufgezeichnet ist, auch nicht vollständig luftdicht, so ist er doch immerhin sehr wirksam, da das Aufsteigen der Abtrittsgase durch ihn fast ganz verhindert wird.

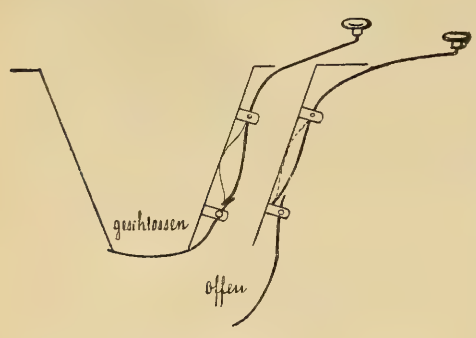


Fig. 140.
Stölzle's Abtrittverschluss.

Noch bessere Resultate erzielt man durch Ventilation, indem man nach Angabe Pettenkofers das Fallrohr über Dach führt und durch eine in demselben angebrachte Wärmequelle die in ihm enthaltene Luft verdünnt und damit dem Luftstrom eine Richtung von der Grube und den Abtritten aus nach aussen zu gibt (s. auch Fig. 144).

Eine Desinfektion des Grubeninhalts ist nur möglich bei Verwendung grosser Mengen von sehr wirksamen Desinficientien. Das Einschütten geringer Mengen beliebiger Desinficientien hat gar keinen Zweck. Zur Desinfektion empfehlen sich durch ihre Billigkeit und Wirksamkeit rohe Salzsäure und Aetzkalk, und zwar muss soviel zugesetzt werden, dass nach gehöriger Durchmischung der Grubeninhalt 2⁰/₀ Salzsäure oder 1⁰/₀ Kalk enthält.

Von einer Desinfektion wohl zu unterscheiden ist die Desodorisierung, welche den Zweck hat, den üblen Geruch der Grubengase zu zerstören, gewöhnlich aber den Grubeninhalt nicht zu desinficieren vermag. Zur Desodorisierung benutzt man entweder Chemikalien, welche die entstehenden, den üblen Geruch verursachenden Fäulnisgase, Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium, Ammoniak binden, so Eisenvitriol und Manganchlorür, oder poröse, feinpulvrige Substanzen (Erde, Torfmull, gepulverte Holzkohle), welche nicht auf chemischem Wege, sondern nur durch Flächenattraktion die Gase absorbieren.

Zur Einschränkung der Fäulnis sind auch Gruben empfohlen worden, in welchen die festen (Kot) von den flüssigen Substanzen (Harn) getrennt werden; es hat sich jedoch die

Einrichtung der „Separateurs" in den Abtrittgruben nicht bewährt.

Die Entleerung des Grubeninhalts wurde früher in primitivster Weise vorgenommen, indem die Grube ausgeschöpft und der Inhalt in grossen Tonnen abgeführt wurde. Jetzt entleert man in den Städten die Gruben auf pneumatischem Wege, indem man die zur Aufnahme des Grubeninhalts bestimmten Fässer (s. Fig. 141), welche durch weite Schläuche mit der Grube in Verbindung stehen, mit einer Dampfluftpumpe aussaugt, wodurch dann die Jauche in die Fässer einfliesst. Bisweilen muss aber auch dann noch ein am Boden der Grube befindlicher fester Absatz mit Schaufeln herausgehoben werden. Die pneumatische Entleerung kann geruchlos ausgeführt werden, wenn man die abgesaugten Gase durch die Feuerung der saugenden Lokomobile treten und hierbei verbrennen lässt.

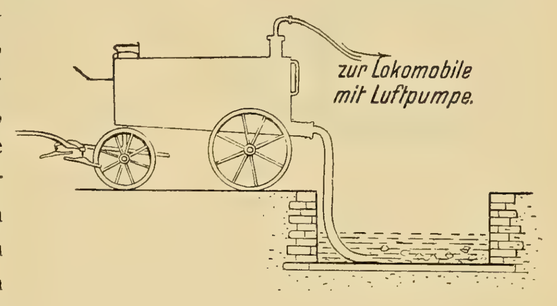


Fig. 141. Pneumatische Grubenentleerung.

Bei der pneumatischen Entleerung können auch die früher häufiger beobachteten Unfälle nicht mehr vorkommen, welche dadurch enstanden, dass die zur Leerung beauftragten Personen in die Grube einstiegen und durch die angesammelten Gase vergiftet wurden. Man muss deshalb überall, wo die Grubenreinigung noch manuell vorgenommen werden muss, die Grube erst längere Zeit lüften, ehe sich die Arbeiter hineineinwagen dürfen.

In einzelnen Städten (so in Leipzig) ist die Entleerung des flüssigen Grubeninhalts in die allgemeine Kanalisation unter gewissen Bedingungen gestattet, wenn nämlich die Grubenwässer vorher desinficiert und geklärt werden. In Fig. 142 und 143 ist eine solche Kläranlage wiedergegeben, bei welcher mit der Grube ein selbstthätiger Rührapparat in Verbindung steht, welcher das Desinfektionsmittel enthält. Aus diesem

fliesst das Desinfektionsmittel, welches gleichzeitig klärend wirkt, in die Hauptgrube, mischt sich mit dem Kanalinhalt, der von dort in die Staugrube übertritt, wo er völlig geklärt wird. Der flüssige, klare Grubeninhalt läuft sodann in die Kanäle.

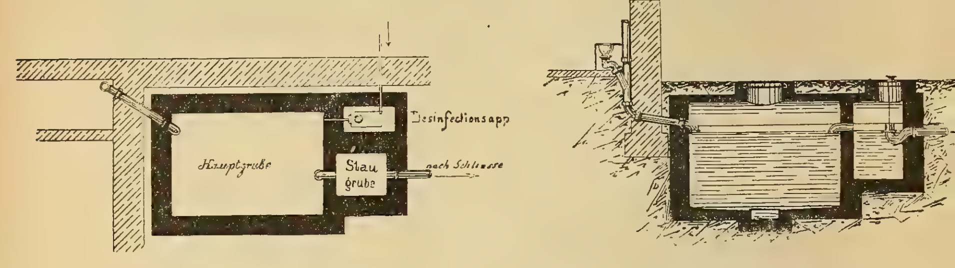


Fig. 142.
Kläranlage (Ansicht von oben)
nach Friedrich und Glass.

Fig. 143.
Kläranlage (Längenschnitt)
nach Friedrich und Glass.

Tonnensystem.

Vom Grubensystem unterscheidet sich das Tonnensystem (auch Fasselsystem genannt) nur dadurch, dass bei diesem die Exkremente aus den Fallröhren direkt in transportable Tonnen gelangen (s. Fig. 144). (Durchgeführt ist das Tonnensystem u. a. in Graz, Heidelberg und Weimar).

Die Tonnen (fosses mobiles) haben entweder die Form eines Cylinders und sind dann aus verzinntem Eisenblech gearbeitet, oder es sind besonders hergestellte Holztonnen (auch alte Petroleumfässer können benützt werden), welche innen geteert werden. Man verwendet kleinere oder grössere Tonnen. Kleinere Tonnen sind leichter zu tragen, sind aber wegen ihrer geringen Rauminhalts nur für kleinere Wohnhäuser zu verwenden und müssen auch häufig gewechselt werden; grössere Fässer können nicht getragen, sondern müssen gerollt werden und erleiden hierbei öfters Beschädigungen, welche ein Ausfliessen des Inhalts zur Folge haben. Bei grösseren Tonnen ist auch beim Rollen die Verschlussvorrichtung leicht Schäden ausgesetzt, wie überhaupt die Herstellung einfacher, aber doch gut und sicher funktionierender Verschlüsse eine der wichtigsten aber leider sehr schwer zu lösenden Aufgaben bei

der Durchführung des Fasselsystems ist: es ist eine grosse Anzahl verschiedener Systeme angegeben worden, die jedoch fast alle mehr oder weniger erhebliche Mängel haben. Die Tonnen werden in der zu ebener Erde oder auch im Keller befindlichen L a t r i n e n k a m m e r aufgestellt, welche mit undurchlässigem Fussboden versehen, von aussen leicht zugänglich, vor Frost und Sonnenwärme geschützt sein muss. Die Fasskammer und deren Zugang ist von den übrigen Wohnungsräumen, Hausgängen u. s. w. möglichst vollständig zu isolieren. Die Tonne wird an das Fallrohr möglichst dicht angeschlossen und Abtritt und Fallrohr am besten in derselben Weise ventiliert, wie es vorher bei dem Grubensystem angegeben, in Fig. 144 aufgezeichnet ist. Das über Dach geführte Abfallrohr liegt in der Nähe eines häufig gebrauchten Kamins, oder es wird durch eine besondere Wärmequelle (Gas, Petroleum) erwärmt, damit die verdorbene Luft aus den Aborten durch die Aborttrichter und das Fallrohr nach oben abgesaugt wird.

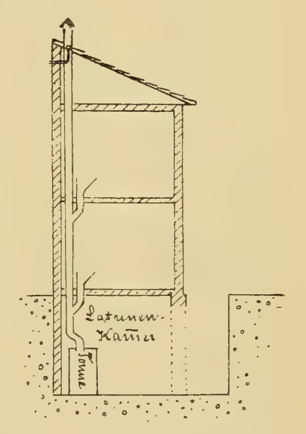


Fig. 144. Tonnensystem.

Sind die Tonnen an das Fallrohr nicht dicht angeschlossen, so ist das Fallrohr oberhalb des Ansatzes des höchst gelegenen Aborts abzuschliessen. Die Fasskammer muss dann durch einen Ventilationsschlot ventiliert werden, welcher ebenfalls „w a r m l i e g e n d“ zwischen stets benützten Kaminen angebracht ist, oder, wie oben erwähnt, besonders erwärmt wird.

In einigen Städten haben die Tonnen ein Ueberlaufrohr, aus welchem bei gefüllter Tonne die flüssige Jauche in einen vorgestellten Eimer oder eine zweite angeschlossene Tonne abfliessen kann. Es ist dies nur ein mangelhafter Notbehelf, da bei nicht rechtzeitiger Entfernung der Tonne auch der Eimer oder die zweite Tonne bald voll ist, überläuft und dann die Latrinenkammer verunreinigt.

Es ist deshalb die regelmässige A b f u h r und A u s w e c h s e l u n g der Tonnen von grosser Wichtigkeit. Diese

muss mit peinlicher Sauberkeit durch bestimmte Unternehmer unter strenger Aufsicht der Behörde geschehen. Der Abholungstermin ist nach der Grösse der Abortanlage und der dieselbe frequentierenden Anzahl Personen zu bestimmen.

Da der Tonneninhalt nicht immer sofort zur Düngung der Felder benützt werden kann, müssen Sammelstätten errichtet werden, die an einem Orte anzulegen sind, wo eine Belästigung der Umgebung ausgeschlossen ist.

Der nicht zur Düngung verwandte Fasselinhalt kann zu Poudrette oder chemisch verarbeitet werden.

Gruben- wie Tonnensystem könnten allen hygienischen Anforderungen genügen, wenn in jedem Falle die Anlage eine richtige wäre und die Aufstellung der Tonnen und die Abfuhr mit Sorgfalt ausgeführt würde. Beides ist gewöhnlich nicht der Fall. Es fehlt bei der Anlage zumeist die wichtige Ventilationseinrichtung, welche allein die Wohnung vor Luftverunreinigung schützen kann, da besonders beim Tonnensystem Waterclosets gewöhnlich nicht verwendbar sind. Auch die Abfuhr geschieht in praxi selten mit der peinlichen Sauberkeit, welche nötig ist, wenn das Publikum nicht belästigt werden soll.

Beide Systeme werden daher in grossen Städten immer zu Misständen führen, während sie in kleineren Städten, wo den oben angeführten Anforderungen eher genügt werden kann, wo auch wegen der kleineren Entfernungen die Abfuhr nicht so beschwerlich ist, bei sehr strenger Kontrolle ihren Zweck erfüllen werden.

Closetanlagen.

In dem Bestreben, die Fäkalien zu desodorieren und sie für die Landwirtschaft verwertbar zu machen, hat man verschiedenartige Closets eingeführt, bei welchen die Exkremente bald nach ihrer Ausscheidung mit dazu geeigneten feinporösen Substanzen vermischt werden.

Das Erdcloset, vom Engländer Moule zuerst angegeben, erfordert für eine Defäkation von ungefähr 125—150 g Kot und 250—300 g Harn 750—1000 g getrockneter Erde zur Beseitigung des Geruchs und Absorption des Harns.

Beim Aschencloset wird Steinkohlenasche verwendet. Man gebraucht weniger Asche als Erde für die Desodorierung, pro Tag und Kopf etwa 600 g.

Beide Closets können in grösseren Städte keine oder nur ganz vereinzelte Anwendung finden, weil sie die an und für sich hohen Transportkosten der Fortschaffung der menschlichen Exkremente noch bedeutend erhöhen. Am höchsten stellen sie sich bei Benützung von Erde, die ja auch noch hereintransportiert werden muss, während Asche so wie so auch in den Städten produziert wird und deshalb mit geringeren Kosten beschafft werden könnte.

Billiger als die vorgenannten sind die Torfstreuclosets, für welche die leicht transportable und besser als Erde und Asche desodorisierende Torfstreu Verwendung findet. Die Torfstreu besitzt ein Aufsaugungsvermögen, welches dem neunfachen des eigenen Gewichts gleich ist; sie wird nach jeder Defäkation eingeschüttet oder fällt automatisch in den Abort. Neuerdings ist überdies nachgewiesen worden, dass dem Torfmull die Fähigkeit, Bakterien (Cholera und Typhus), abzutöten in nicht unerheblichem Grade zukömmt, besonders wenn die Reaktion der Torfstreu durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure oder Superphosphat eine sauere ist. Eine sichere Abtötung in kurzer Zeit findet freilich nur dann statt, wenn Torfmull und Faeces gut mit einander vermengt werden.

Closets mit Trennung von Harn und Kot.

Sodann sind Closeteinrichtungen konstruiert worden, welche Harn und Kot trennen. Der Harn fliesst in die Kanäle ab, der trockene Kot bleibt zurück. Bei diesen Systemen ist man von der falschen Voraussetzung ausgegangen, dass nur der feste Kot wertvolle Dungbestandteile enthält, während diese im Gegenteil im Harn bedeutend überwiegen.

Es sind dann weiterhin noch eine ganze Reihe von Closets angegeben worden, bei welchen der Harn, resp. die Jauche, erst dann in die Kanäle eingelassen werden, nachdem sie durch Einwirkung bestimmter Substanzen ihre Dungstoffe abgegeben haben:

Müller-Schürs Closet verwendet Torf, Carbolsäure, Aetzkalk,

beim Süvern'schen Verfahren werden Teer, Magnesium und Aetzkalk zugesetzt,

der in England übliche A-B-C-Prozess benützt Alaun (**A**lum), Blut (**B**lood) und Thon (**C**lay),

Petris Verfahren besteht in einem Zusatz von Torfkleie, Steinkohlengrus und Gasteer,

Friedrich benützt Kalk, Thonerdehydrat, Eisenoxydhydrat und Carbolsäure u. s. w.

Die vorgenannten Einrichtungen haben einen beschränkten Wert, weil sie nur bei kleinem Betrieb und sorgfältiger Kontrolle gute Resultate geben und die landwirtschaftliche Verwertung selten den erhofften Nutzen bringt.

Ebenso haben sich die verschiedenen Versuche, aus Fäkalien Poudrette herzustellen, wenig oder gar nicht bewährt. Man versteht unter Poudrettebereitung das Trocknen der Fäkalien und Isolieren der in ihnen enthaltenen wertvollen Dungstoffe.

Liernur's pneumatisches System.

Von allen vorgenannten unterscheiden sich die nun zu besprechenden Einrichtungen zur Beseitigung der menschlichen Exkremente dadurch, dass bei diesen der Transport vom Haus aus unterirdisch geschieht und damit die Verunreinigung der Umgebung der Wohnhäuser und die Belästigung der Bewohner vermieden wird.

Bei der Liernurschen pneumatischen Abfuhr werden die Fäkalien aus den Abtritten durch ein luftdichtes, eisernes Röhrennetz nach einem Reservoir resp. einer Centralstation abgesaugt, wo sie zu Dünger verarbeitet werden sollen.

Der Sitztrichter des Abtritts endet in eine Röhre, welche S-förmig abgebogen ist, wobei durch die zungenartig in die Biegung hinabragende Trichterwand ein Verschluss gebildet wird, sobald dieser Syphon (s. später) mit Kot erfüllt ist. Das Rohr führt dann zu dem in der Strasse liegenden Hauptrohre, vor welchem nochmals ein Syphon angebracht ist.

Die Entleerung der Nebenrohre und Abtritttrichter findet täglich ein- oder zweimal statt. Es werden dann zunächst die Mündungen zum Strassenrohr geschlossen und das Reservoir auf $^3/_4$ Vacuum luftleer gemacht. Die Hähne werden geöffnet und der Inhalt der Häuserleitungen nach dem Strassenreservoir aspiriert. Der Inhalt des Strassenreservoirs wird dann in fahrbare Wagen umgefüllt (aspiriert) und durch diese oder auch direkt ohne Umfüllen durch ein Röhrensystem nach der Centralstation befördert.

Das Liernursche System hat verschiedene Nachteile. Erstens schützt es die Wohnung nicht vor Uebertritt der Abtrittgase in dieselbe, dann gestattet es nicht die Reinhaltung der Abtrittschüssel unter Verwendung von Spülwasser, auf welche sogar Strafen gesetzt sind. Es kommen bei dem System sehr häufig Verstopfungen der Abtrittrohre vor, die sich durch ein ekelhaftes Anstauen der Kotmassen im Abtritttrichter zu erkennen geben. Neben der Anlage muss fernerhin doch noch ein weiteres Kanalsystem angelegt werden, welches die Strassen-, Regen-, sowie die Haus-, Küchen- u. s. w. Wässer abführt. Die Kosten der Beseitigung der Abfallstoffe werden also bedeutend erhöht. Es ist deshalb die Liernursche pneumatische Abfuhr auch bisher in keiner Stadt allgemein eingeführt worden.

Ein weiteres Separationssystem, welches nur die Fäkalien, Kot und Harn aufnimmt, ist das von Berlier angegebene, welches ebenfalls nur durch Ansaugen (pneumatisch) die Exkremente aus den Rohrleitungen der Häuser entfernt. Beim Berlierschen System ist jedoch die Verwendung grösserer Wassermengen zur Closetspülung gestattet.

Den Uebergang zur Schwemmkanalisation bilden die Systeme von J. Shone und Waring. Ersteres wirkt auch pneumatisch, aber erst von den sogenannten Ejektoren aus, sehr tief im Boden liegenden eisernen Behältern, in welche die Fäkalien mit den Küchenwässern wie bei der Schwemmkanalisation einströmen; von dort gelangen die angesammelten Abfallstoffe durch Ansaugen in die Centralstationen.

Das Waringsche System (in Amerika in Gebrauch), ist

nur eine modificierte Schwemmkanalisation unter Ausschluss der Regenwässer, welche die Verwendung engerer Röhren und Kanäle gestattet und deshalb weniger kostspielig ist.

Schwemmkanalisation.

Unter Schwemmsystem versteht man die unterirdische Ableitung sämtlicher menschlicher Fäkalien, des Regenwassers, der Schmutzwässer, der Abwässer von Küche, Haus und Strasse und der gewerblichen Anlagen.

Bei diesem System wird das ganze zu entwässernde Gebiet von Hauptkanälen durchzogen, in welche die Haus- und Strassenkanäle einmünden.

Der Plan der Anlage, welcher gut vorbereitet sein muss, richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen. In grossen, flachgelegenen Städten wird die Stadt in mehrere Bezirke geteilt, welche von einem Sammelkanal eingeschlossen werden, in welchen die radial verlaufenden, im Centrum beginnenden Kanäle einmünden (Radialsystem). So in Berlin s. Fig. 159).

In anderen Städten, welche eine unebene Oberfläche haben, wird das ganze Gebiet von einem oder mehreren der gegebenen Bodenoberfläche folgenden Kanälen durchzogen oder aber die Hauptkanäle werden in einen vereinigt. Der Inhalt des Haupt- oder Sammelkanals gelangt dann mit natürlichem Gefäll oder auf künstlichem Wege aus der Stadt. (So in München s. Fig. 155.)

Je nach der Grösse der anzulegenden Kanäle werden verschiedene Profile und Materiale verwandt.

Die Röhrenkanäle (kreisförmig mit einem Durchmesser unter 0.5 m), werden aus hartgebranntem, innen glasiertem Thon oder aus Beton hergestellt. Die Verbindungsstellen werden mit geteerten Stricken und Thon gedichtet.

Die grösseren gemauerten Kanäle haben zumeist eiförmiges Profil (s. Fig. 145). Diese Form hat den Vorzug vor runden oder solchen mit horizontaler Basis, dass bei geringen Kanalwassermengen die Flüssigkeit nicht stagniert, sondern einen Strom, wenn auch von geringer Tiefe bildet. Die

Haupt-Sammelkanäle, in welchen immer eine grössere Menge Flüssigkeit vorhanden ist, haben dagegen einen kreisrunden Querschnitt, weil dieser bei geringstem Umfang das weiteste Lumen hat, demnach im Verhältnis zu den Herstellungskosten die grösste Leistungsfähigkeit besitzt.

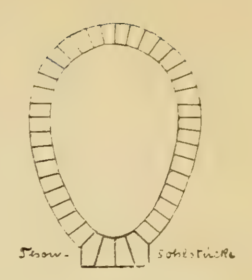


Fig. 145.
Ovales Kanalprofil mit Thon-Sohlstück.

Beim Bau der gemauerten Kanäle ist die Kanalsohle von besonderer Bedeutung. Sie muss aus wasserdichtem Material hergestellt sein. Man benützt hiezu Sohlstücke aus hartem Sandstein, Granit, oder aus Steingut, Beton, Klinkersteinen. Die Sohlstücke sind von kleineren am Ende der Leitung offenen Kanälen durchzogen, welche die Drainage des Grundwassers vermitteln. Der übrige Teil der grösseren Kanäle wird aus Backsteinen und Cement gemauert. Derartig hergestellte Kanäle sind zwar nicht absolut dicht, doch ist die Menge der durchsickernden Kanalflüssigkeit so gering, dass irgend welche hygienische Schäden nicht entstehen können.

Die Weite der Kanäle ist nach den abzuführenden Kanalwassermengen einzurichten. Es ist in Betracht zu ziehen erstens die Grösse des zu entwässernden Gebietes in Bezug auf die bei starkem Regen niederfallenden Wassermengen, zweitens die an das Kanalstück anzuschliessenden Haus- resp. Fabrikwasserableitungen.

Die Profile der Hauptkanäle so gross zu wählen, dass sie auch bei ausnahmsweise starkem Regen ausreichen, würde den Bau der Kanäle sehr verteuern und hätte auch den Nachteil, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen die verhältnismässig sehr grosse Breite der Kanalsohle das rasche Abfliessen des Sielwassers hindern würden. Für diese Fälle sind Sturm- oder Regenauslässe zu erbauen, welche im Notfalle zu öffnen sind und dann das Kanalwasser dem nächsten Flusse direkt zuführen.

Die kleinsten röhrenförmigen Kanäle haben einen Durchmesser von 21 cm, die grösseren gemauerten gewöhnlich eine Höhe von 1.2—2 m. Bei einer Höhe von 1.46 m können die Arbeiter die Räumung und Reparatur der Kanäle noch bequem vornehmen.

Das *Gefäll* der Siele bedingt die *Geschwindigkeit* der in denselben sich fortbewegenden Flüssigkeitsmassen. Diese müssen eine bestimmte Geschwindigkeit haben, damit die suspendierten Bestandteile möglichst wenig sedimentieren, sich am Boden ablagern. Erfahrungsgemäss darf die *Geschwindigkeit*

	in der Sekunde
bei grossen Sielen von über 1 m Durchmesser nicht weniger als	0.67—0.75 m
bei mittleren Sielen von über 0.5—1 m Durchmesser nicht weniger als	1 m
bei kleinen Sielen von über 0.15—0.5 m Durchmesser nicht weniger als	1.15 m

betragen.

Die *Spülung* der Kanäle bezweckt die *Reinhaltung* des ganzen Systems, besonders auch der Strecken, welche wenig benutzt werden, in denen daher die Flüssigkeiten stagnieren und die suspendierten Bestandteile sich absetzen können. Man benützt zur Spülung in erster Linie den Kanalinhalt selbst. In bestimmten Absätzen von einander werden *Stauschleusen* eingesetzt, welche, wenn sie geschlossen sind, den Kanalinhalt aufhalten. Hat sich eine grössere Menge angesammelt, angestaut, so werden die *Schleusenthüren* geöffnet und die gesammte Wassermasse stürzt dann, alles Abgelagerte mit sich reissend, mit grösserer Gewalt vor, als wenn wenig Kanalwasser in langsamem Strome das Kanalnetz durchfliessen würde.

Sodann werden zur Spülung der Kanäle an deren Enden Spülbehälter angelegt. Es sind dies 30—300 m lange Kanalhaltungen mit Stauschleusen, welchen aus den Wasserleitungen Wasser zugeführt werden kann, das dann ebenfalls zum Durchspülen der Kanäle dient.

Die Einleitung der Strassenwässer in die Kanäle geschieht durch die sogen. *Strasseneinläufe*. Zur Abhaltung der mit den Strassenwässern mitgeschwemmten tierischen Exkremente, Sand u. s. w. müssen dieselben mit *Schlammsammlern*, *Sinkkasten*, auch *Gullys* genannt, versehen werden. Fig. 146 zeigt einen solchen Gully, in welchen das Wasser durch den Strasseneinlauf seitlich oben hineinströmt. Es tritt zunächst in den Eimer ein, dessen Wandungen im oberen Teil durchlöchert sind. Während sich nun die festen Bestandteile am Boden des

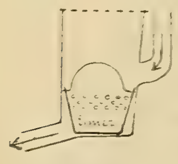


Fig. 146.
Gully oder Schlammkasten.

Eimers absetzen, läuft der überstehende flüssige Inhalt durch die Löcher nach dem Hauptkanal ab. Der feste Inhalt des Eimers ist von Zeit zu Zeit zu entleeren.

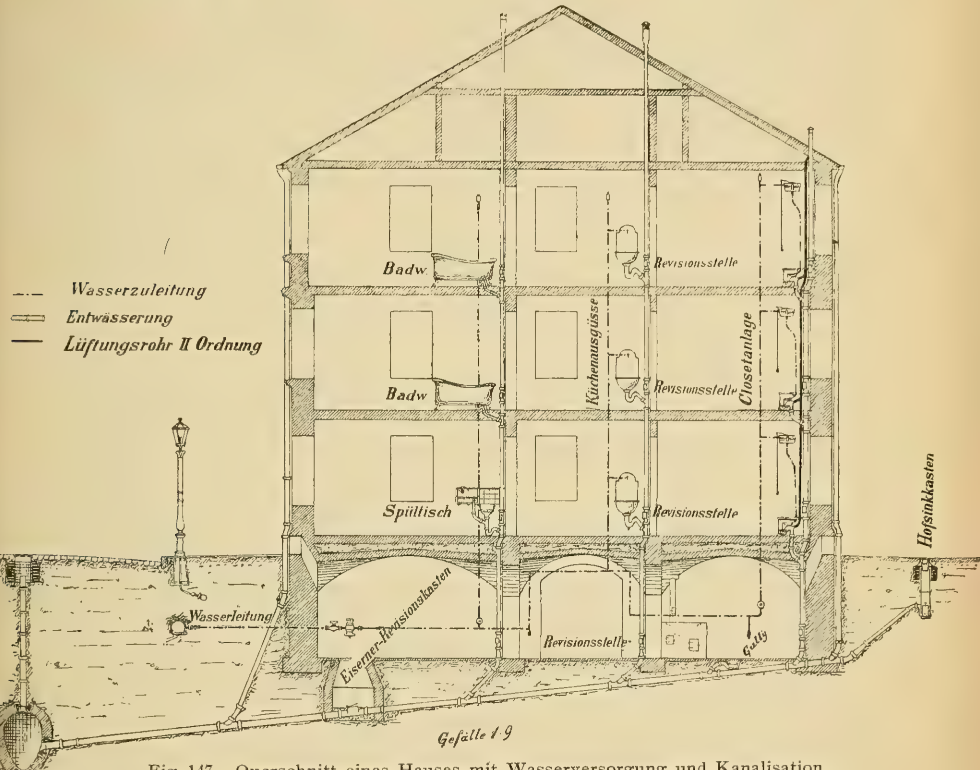


Fig. 147. Querschnitt eines Hauses mit Wasserversorgung und Kanalisation.

Zum Begehen der Kanäle müssen von oben aus Zugänge geschaffen werden, Einsteigschächte oder Mannlöcher. Sie liegen gewöhnlich an den Strassenkreuzungen und sind so verteilt, dass man von einem zum andern die dazwischen liegende Kanalstrecke leicht kontrollieren kann, wozu dann in den einen Einsteigschacht eine Lampe eingebracht wird, welche die betreffende Strecke erleuchtet und eventuell vorhandene Schäden oder Schmutzanhäufungen erkennen lässt.

Die Hausleitungen werden am besten aus glasierten Steinzeugröhren hergestellt und haben einen Durchmesser von 15—16 cm. Sie münden im spitzen Winkel nach

möglichst flachem Kreisbogen in das Strassenrohr ein (s. Fig. 147, in welcher der Durchschnitt eines Hauses mit gut durchgeführter Kanalisation wiedergegeben ist). Das Gefäll soll nicht weniger als 1 : 50 betragen.

In die Hausleitungen münden die Fallrohre der Waterclosets, die Abflüsse der Küchenausgüsse, Badewannen, Waschküchen u. s. w.

Die aus Eisen mit einem inneren Durchmesser von 10 bis 14 cm hergestellten Fallrohre der Waterclosets werden bis über das Dach hinaus verlängert; zwischen ihnen und den Waterclosets sind Syphons eingeschaltet.

Unter Syphon versteht man ein S-förmig gebogenes Rohr, dessen Krümmung derart gelagert ist, dass beim Durchfliessen der flüssige Inhalt nicht ganz ablaufen kann, sondern in der ersten Krümmung des S so viel Wasser zurückbleibt, dass ein Abschluss nach beiden Seiten gegeben ist. Derartige Syphons (s. Fig. 148) sind bei allen von Wohnräumen ausgehenden Abwasseranlagen einzufügen, damit eine Kommunikation zwischen Kanälen und Wohnraum nicht vorhanden ist.

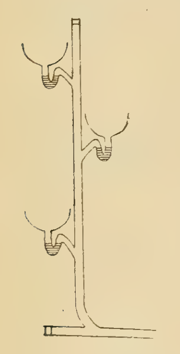


Fig. 148.
Fallrohr mit Abtritttrichtern u. dazwischen eingeschalteten Syphons.

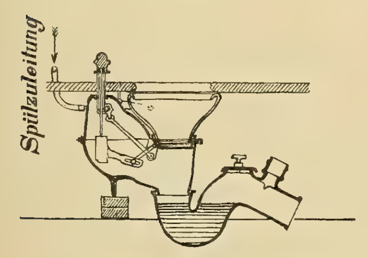
Unter gewissen Bedingungen kann jedoch ein Syphon seinen Dienst versagen, was dem Gesundheitstechniker bekannt sein muss. Befinden sich nämlich mehrere Ausguss- oder Closetbecken mit gefüllten Syphons an einem gemeinschaftlichen, oben verschlossenen Fallrohr und giesst man in eine der Schalen Wasser, so läuft dasselbe durch das Fallrohr ab, aber auch gleichzeitig fast der ganze Inhalt des Syphons, so dass er wenig oder gar nicht mehr abschliesst — der Syphon wird leer gezogen. Es kann dann auch der eine oder andere der oberhalb gelegenen Syphons leergezogen und endlich auch aus dem untersten Syphon das abschliessende Wasser herausgestossen werden, der Wasserschluss wird „gebrochen“. Das Leerziehen eines Syphons bei seinem Gebrauch wird dadurch verursacht, dass das einlaufende Wasser den ganzen Syphon und weiter

das ganze Lumen des Fallrohrs anfüllt und dass dann eine Entleerung durch Heberwirkung eintritt.

Das Leerziehen eines Syphons bei Benützung eines *anderen* wird hervorgerufen, wenn das abfliessende Wasser das ganze Lumen des Abfallrohrs einnimmt und dann auf die oberhalb gelegenen Syphons wie der Saugkolben einer Pumpe wirkt.

Ein Syphon wird *durchbrochen*, wenn die im Abfallrohr herabstürzende Flüssigkeitssäule die Luft in demselben comprimiert und auf die den Wasserverschluss bildende Flüssigkeitsmenge einen Druck ausübt, welcher stark genug ist, diese Flüssigkeit herauszutreiben.

Zur Vermeidung dieser Missstände, welche die Wirkung der eingeschalteten Syphons aufheben, muss man das Fallrohr *offen über Dach führen*, oder aber dessen Lumen so weit und das der Syphons so eng nehmen, dass das durch die Syphons abströmende Wasser nie den ganzen Querschnitt des Abfallrohrs einnehmen kann; oder in Häusern mit drei und mehr Geschossen wird neben dem Abfallrohr ein bleiernes oder luftdichtes schmiedeeisernes oder gusseisernes Lüftungsrohr angebracht, welches mittels eines Abzweiges an der höchsten Stelle der Syphons angesetzt ist (Fig. 147). Hierdurch wird sowohl das *Leerziehen* als auch das *Brechen* vermieden. Auch sind besondere *Ventile* angegeben worden, welche eine Störung in der Funktion der Syphons verhindern. Endlich sollen zwischen die Hausleitungen und dem Strassenkanal nicht noch weitere Syphons eingeschaltet sein, weil sonst das in den Fallrohren der Waterclosets abfliessende Wasser gehemmt wird und die Syphons der Waterclosets brechen können.



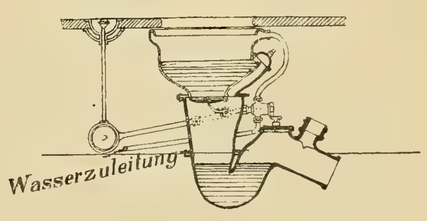



Fig. 149. Closet mit Pfannenverschluss.

Fig. 150. Closet mit Klappenverschluss.

Die Waterclosets sind bei weitem die zweckmässigste Einrichtung zur Aufnahme der Fäkalien. Keine andere kann so leicht sauber gehalten werden, ist so einfach im Gebrauch und verhindert gleichzeitig bei richtiger Anlage so absolut sicher die Verunreinigung der Wohnungsluft, wie die Waterclosets.

Es sind eine sehr grosse Anzahl Systeme angegeben worden.

In neuerer Zeit ist man bemüht, ihre Konstruktion möglichst zu vereinfachen, weil die komplizierten Konstruktionen sich bei langjährigem Gebrauch nicht bewähren. Von jedem Closet ist zu verlangen, dass die Wasserspülung sämtliche Teile der Schüssel und des Syphons ausgiebig benetzt, die eingeführten Fäkalien nach stattgehabter Benützung vollständig entfernt und durch den Syphon in das Fallrohr abschwemmt. Bei den älteren Systemen ist der untere Teil des Beckens durch eine Pfanne (Fig. 149) oder Klappe (Fig. 150) verschlossen, durch welche im untern Teil des Beckens Wasser zurückgehalten und so ausser dem Syphon ein zweiter Wasserverschluss gebildet wird. Beim Ziehen des Hebels tritt die Klappe resp. Pfanne nach unten, die Fäkalien fallen in den darunter befindlichen ausgebuchteten Raum (Topf, auch Stinktopf genannt) und dann in den Syphon. Derartige Closet-Konstruktionen sind nicht zu empfehlen, weil die Fäkalien an den weiten Wandungen des Topfes haften bleiben und, da diese durch Spülung nicht genügend zu reinigen sind, sich zersetzen. Die gasförmigen Zersetzungsprodukte treten dann in den Abort und die Wohnung über, wenn, was nach einiger Zeit zumeist eintritt, die Pfannen resp. Klappen nicht mehr gut funktionieren und damit der durch sie anfangs gebildete Wasserverschluss ganz fortfällt oder wenigstens die sich unterhalb entwickelnden Gase nach oben durchlässt

Einfacher und praktischer sind die Syphon- (Fig. 151) und die sogenannten Wash-out-Closets (Fig. 152), bei welchen jede Mechanik fortfällt. Der Beckenboden der jetzt am meisten verbreiteten Wash-out-Closets ist ausgebuchtet, so dass in ihm ein wenig Spülwasser zurückbleibt, welches bei der nächsten Defäkation das Anhaften des Kots an der Wand verhindern und die Kotgase absorbieren soll. Durch die Spül-

ung wird erstens das ganze Becken, dann noch besonders der Beckenboden mit den Exkrementen von hinten nach vorn ausgewaschen.

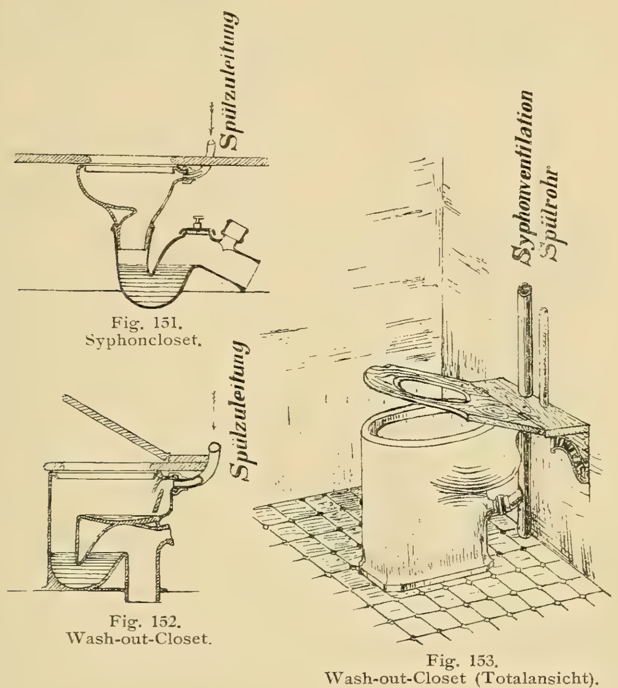


Fig. 151.
Syphoncloset.

Fig. 152.
Wash-out-Closet.

Fig. 153.
Wash-out-Closet (Totalansicht).

In neuerer Zeit werden die Closets nicht mehr mit Holz verkleidet, sondern gewöhnlich so angebracht, dass sie vollständig frei im Abort stehen, (s. Fig. 153) damit der Abort leichter sauber gehalten werden kann und eventuelle Reparaturen bequem auszuführen sind. Das Sitzbrett ist in einem Charnier beweglich, damit es, wenn das Closet als Pissoir benützt wird, aufgehoben und damit vor Verunreinigung geschützt werden kann.

Zur Spülung werden zumeist Spülbehälter eingeschaltet, Gefässe, welche 8—10 Liter Wasser enthalten, die mit einem Schwimmerhahn an die Wasserleitung angeschlossen sind (s. Fig. 147). Die direkte Verbindung der Wasserleitung mit den Closets ist wegen des meist zu starken Drucks der Leitung und der Gefahr einer Verunreinigung des Rohrnetzes gewöhn-

lich nicht gestattet. Die Spülvorrichtungen sind so hergestellt, dass nach beendeter Defäkation durch einen Zug das Spülgefäss sich rasch in die Abortschüssel entleeren kann, damit diese durch die kräftige Spülung ausgiebig gereinigt wird. Die Füllung des Spülbehälters erfolgt durch den Schwimmerhahn automatisch.

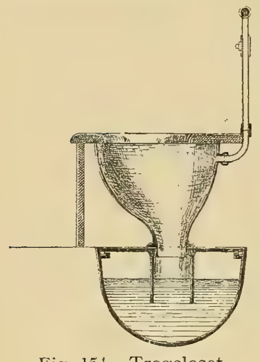


Fig. 154. Trogcloset (Querschnitt).

In Anstalten, in denen die Closets von vielen Personen benützt werden (Schulen, Kasernen), sind sogenannte Trogclosets (s. Fig. 154 u. Fig. 155) in Gebrauch, bei welchen die Sitztrichter in einen grossen mit Wasser gefüllten Trog eingesetzt sind. Dieser wird von Zeit zu Zeit durch Ziehen eines Ventils geleert. Durch Oeffnen eines Wasserhahns werden dann auch sämtliche Closets und der Trog zu gleicher Zeit gespült.

Nicht minder wichtig, wie die Anlage geeigneter Closets ist die der Pissoire. Beim Harnlassen wird häufig Harn verspritzt, sammelt sich am Boden an und gerät dann leicht in Zersetzung, weshalb in den meisten Pissoiren ein oft widerwärtiger Geruch, besonders nach Ammoniak (von der Zersetzung des Harnstoffs herrührend) bemerkbar ist.

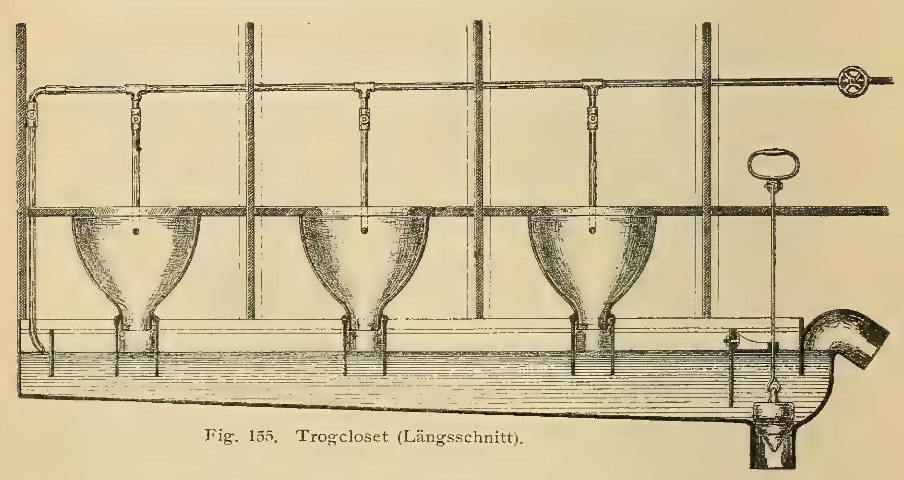


Fig. 155. Trogcloset (Längsschnitt).

Eine richtige Anlage und sorgfältige Reinhaltung ist daher bei Pissoiren besonders notwendig. Hierzu gehört, dass Boden und Wandungen des Pissoirs aus einem Material hergestellt sind, welches den Harn nicht aufnimmt (aufsaugt), sondern rasch ablaufen lässt und welches vom Harn resp. seinen Zersetzungsprodukten nicht angegriffen wird (Schiefer, emailliertes oder verzinktes Eisenblech, Zinkblech, Portlandcement-Beton u. s. w.). Es muss ferner für eine stete Reinigung und Entfernung des Harns gesorgt werden, weshalb man die Wandungen der Pissoire (es sind hier in erster Linie öffentliche, häufig gebrauchte Anstalten berücksichtigt) von einem steten Wasserstrom berieseln lässt. Bei dieser Methode ist es nachteilig, dass eine sehr grosse Menge des besonders in Städten meist knappen Wassers verbraucht wird und damit recht erhebliche Unterhaltungskosten beansprucht werden, da ein Pissoirstand pro Stunde 50—100 Liter Wasser erfordert. Auch bei reichlicher Spülung wird die schnelle Fortführung des Harns nicht immer erreicht und es tritt dann doch leicht der durch die Zersetzung bedingte üble Geruch auf. In neuerer Zeit von Beetz eingeführte Oel-Pissoirs haben sich sehr gut bewährt. Bei diesen werden die Wandungen und der Boden mit einer Mineralölmischung abgerieben, welche das Anhaften des Harns und die Zersetzung verhindern und das schnelle Ablaufen befördern soll. Ferner sind im Fussboden, und wo Becken vorhanden sind, an jedem Becken Oelsyphons angebracht, deren Konstruktion aus Fig. 156 ersichtlich ist. Durch kleine im Deckel angebrachte Oeffnungen *O* läuft der Harn in den Cylinder *C*, hierbei die immer an der Oberfläche schwimmende Oelschicht *S* passierend. Von hier tritt der Harn am Boden des Syphons in den mehr nach innen gelegenen Cylinder *C*, und fliesst endlich durch das central gelegene Ueberfallrohr *U* in den Kanal ab. Da das mit Carbolsäure, Cresol u. s. w. vermischte Mineralöl stets auf der Oberfläche des Harns schwimmt, wird dessen Zersetzung

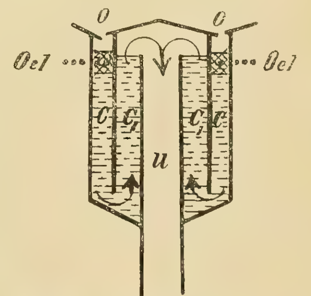


Fig. 156. Oelsyphon von Beetz.

und ein Uebergang der dabei entstehenden übelriechenden Gase in das Pissoir verhindert.

Die Abfallrohre aus Küchen, Waschküchen, Badestuben haben gewöhnlich einen Durchmesser von 5—8 cm und enden ebenfalls über Dach (s. Fig. 147). Zur Abhaltung der Kanalluft sind gleichfalls Syphons eingeschaltet; am Boden der Küchenausgüsse verhindert ein dort angebrachtes Gitter die Verunreinigung und das Verstopfen der Rohrleitung durch Küchenabfälle.

Die Regenrohre, welche das von den Dächern ablaufende Regenwasser aufnehmen, werden ohne Einschaltung von Syphons direkt mit der Grundleitung verbunden und dienen so gleichzeitig der Ventilation der Strassenkanäle (s. Fig. 147).

Berücksichtigt man ferner, dass durch die mit nur einem Gitter verschlossenen Einsteigschachte Luft in die Kanäle eintreten kann, während andrerseits durch die zahlreichen über Dach geführten Regenrohre und Fallrohre von Closets, Küchen u. s. w. die Sielluft fortwährend abgesaugt wird, so ist es erklärlich, dass sich in einem richtig angelegten Kanalisationssystem trotz der dort vorhandenen, leicht zersetzlichen Flüssigkeit eine relativ gute, von üblen Gerüchen freie Luft befindet, wovon man sich in grösseren Städten (Berlin, Hamburg, München u. s. w.) stets überzeugen kann.

Es beweist übrigens auch die durch statistische Untersuchungen festgestellte Tatsache, dass die dauernd in Kanälen beschäftigten Arbeiter sich eines guten Gesundheitszustandes erfreuen, dass die Kanalluft besondere Schädlichkeiten nicht enthält. Auch haben die chemischen Analysen der Kanalluft ergeben, dass sie keinesfalls giftig wirken kann, wie auch durch bakteriologische Untersuchungen ein nur geringer Gehalt an Mikroorganismen gefunden wurde. Ueberdies sind es ja gerade die bei der Schwemmkanalisation allein allgemein einführbaren Wasserclosets, welche die Luft der Wohnungen von den Abfallröhren und Kanälen vollständig abzuschliessen gestatten, so dass die häufig geäusserte Ansicht, die Schwemmkanalisation müsse durch die Kommunikation der Wohnräume

mit den Kanälen die Verbreitung von Infektionskrankheiten befördern, eine irrige ist.

Die Zusammensetzung des Kanalwassers

ist eine sehr ungleiche. Sie ist einmal abhängig von der Herkunft und der Beschaffenheit der in die Kanäle eingeführten Abwässer und zwar sind die Sielwässer am stärksten verunreinigt, welche die Effluvien technischer Betriebe aufnehmen.

In bezug auf die chemische Zusammensetzung der Kanalwässer macht es wenig Unterschied, ob die Einleitung der Fäkalien in die Kanäle prinzipiell ausgeschlossen ist oder nicht. Es werden einmal doch, trotz des Verbotes, stets gewisse Mengen von Exkrementen durch die an den Gruben angebrachten Ueberläufe, welche mit den Kanälen kommunizieren, in dieselben eingeleitet, was bisher überall, wo ein solches Verbot besteht, beobachtet worden ist. Dann aber sind dort, wo die Ableitung von Kot und Harn in die Kanäle gestattet ist, stets Waterclosets eingeführt, durch deren Wasserverbrauch das Kanalwasser wieder entsprechend verdünnt wird.

Kanalwässer von Kanälen, an welche Waterclosets nicht angeschlossen sind, vom bakteriologisch-hygienischen Standpunkte als weniger gefährlich zu bezeichnen, als solche mit Fäkalien, ist irrig. Die Bakterien des Typhus und der Cholera können ja doch nicht von den Spülwässern abgehalten werden, auch wenn gesonderte, mit der Kanalisation nicht in Verbindung stehende Aborte vorhanden sind. Mit dem Harn und der Wäsche gehen sie in die Hauswässer und damit in die Kanäle über. Der am Typhus oder Cholera Erkrankte ist nicht im stande, den Abort aufzusuchen, seine Dejektionen werden zumeist direkt in die Wäsche übergeführt und selbst, wenn er noch in der Lage ist, im Bette eine sogenannte Leibschüssel zu benützen, so wird deren dünnflüssiger Inhalt gewöhnlich doch nicht in den Abort, sondern in den Ausguss geschüttet, jedenfalls aber dort abgespült und gereinigt. Die Typhus- und Cholerabakterien können also doch von den Hauswässern ganz fern gehalten werden.

Eine vergleichende Untersuchung, bei welcher das Kanal-

wasser von 15 englischen Städten mit Fäkalabfuhr und 16 englischen Städten mit Waterclosets analysiert wurde, ergab die in der nachfolgenden Tabelle aufgezeichneten Resultate. In dieser sind dann auch noch die Zahlen von Analysen von Kanalwässern einiger deutscher Städte und der Abwässer verschiedener Fabriken aufgeführt. Sie zeigen, dass die Verunreinigungen durch technische Betriebe die Abwässer viel intensiver beeinflussen, als die städtischen Abfallstoffe.

Milligramm pro Liter

	Gelöste Bestandteile						Suspendierte Bestandteile		
	Gesamtgehalt an löslichen Stoffen	Organischer Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff in Form von Nitriten und Nitraten	Gesamtgehalt an chemisch gebundenem Stickstoff,	Chlor	Anorganisehe	Organische	Gesamtgehalt
Kanalwasser von (15) Abfuhrstädten	824	19.8	54.4	0	64.5	115.4	178	212	391
Kanalwasser von (16) Watercloset-städten . . .	722	22.1	67.0	0	77.3	106.6	242	205	447
Kanalwasser von Frankfurt a. M. .	2256	63.2			121.0		377	919	1298
Kanalwasser v. Essen	1019	6.9	43.8				284	258	542
Kanalwasser von Berlin	850				86.7	167.5	210	327	537
Abwässer aus einer Deckenfabrik . .	6780	195	9.4	0	223	356	604	3142	3746
Abwässer aus 15 Wollenfabriken .	3370	104	116.5	0.4	200.2	219.4	1024	3724	4748
	12480	911.9	800.1	0	1570	1600	3460	17334	20794

Die Anzahl der im Kanalwasser vorhandenen Bakterien ist meist eine sehr grosse; es sind enthalten im Kubikcentimeter Kanalwasser von München circa 200,000; Berliner Spüljauche ca. 38,000,000; Frankfurter Kanalwasser ca. 3,000,000; Essener Kanalwasser ca. 2,000,000; Potsdamer Kanalwasser ca. 257,000,000 u. s. w.

Die Beseitigung der Kanalwässer ist eine der wichtigsten und schwierigsten Fragen der öffentlichen Gesundheitspflege, deren Lösung von den örtlichen Verhältnissen abhängig ist.

Der einfachste Modus ist die Einleitung in den vorbeiziehenden Strom. Fig. 157 zeigt die Kanalisation von München, wo sämtliche Kanalwässer zur Zeit ungeklärt in die Isar geleitet werden. Durch eine besondere Kläranlage sollen später die suspendierten Bestandteile aufgefangen werden. Die Stadt, welcher diese Möglichkeit gegeben, erspart kostspielige Einrichtungen und entledigt sich aufs schnellste der für die Bewohner lästigen und schädlichen Abfallstoffe. Dieses Verfahren ist deshalb auch schon seit Jahrtausenden mit Erfolg angewandt worden, so in Rom, wo von jeher der Tiber die Kanalwässer der Riesenstadt aufnimmt und ins Meer fortschwemmt. Aber auch in Flüsse, deren Mündung ins Meer nicht so nahe, wie die des Tiber bei Rom, sind schon seit langer Zeit die Abwässer grosser Städte eingeleitet worden, ohne dass man, wie zunächst zu vermuten wäre, eine Verschlammung des Flusses beobachtet hätte. Die Ursache dieses überaus günstigen Verhaltens liegt in einem Prozess, der als „Selbstreinigung der Flüsse“ schon lange bekannt ist und mit dem sich die Wissenschaft in neuerer Zeit eingehend beschäftigt hat. Man versteht unter „Selbstreinigung“ die den Flüssen innewohnende Fähigkeit, sich auf natürlichem Wege, ohne jede künstliche Beihilfe, der ihnen zugeführten Verunreinigungen zu entledigen.

Der Prozess ist noch nicht ganz aufgeklärt, seine Ursachen sind jedenfalls verschiedene. Der Sauerstoff der Luft, welche das Wasser absorbiert, oxydiert einen Teil der organischen Substanzen, Ammoniak wird in salpetrige Säure und Salpetersäure verwandelt. Durch Sedimentation werden die vorhandenen ungelösten, suspendierten Bestandteile, dann auch gelöste Verbindungen, welche in ungelöste übergehen, am Boden und an den Ufern abgesetzt. Weiterhin werden durch das Leben der niederen Pflanzen und Tiere anorganische und organische Verbindungen zerlegt und aufgenommen. Endlich tritt durch zutretendes Grundwasser

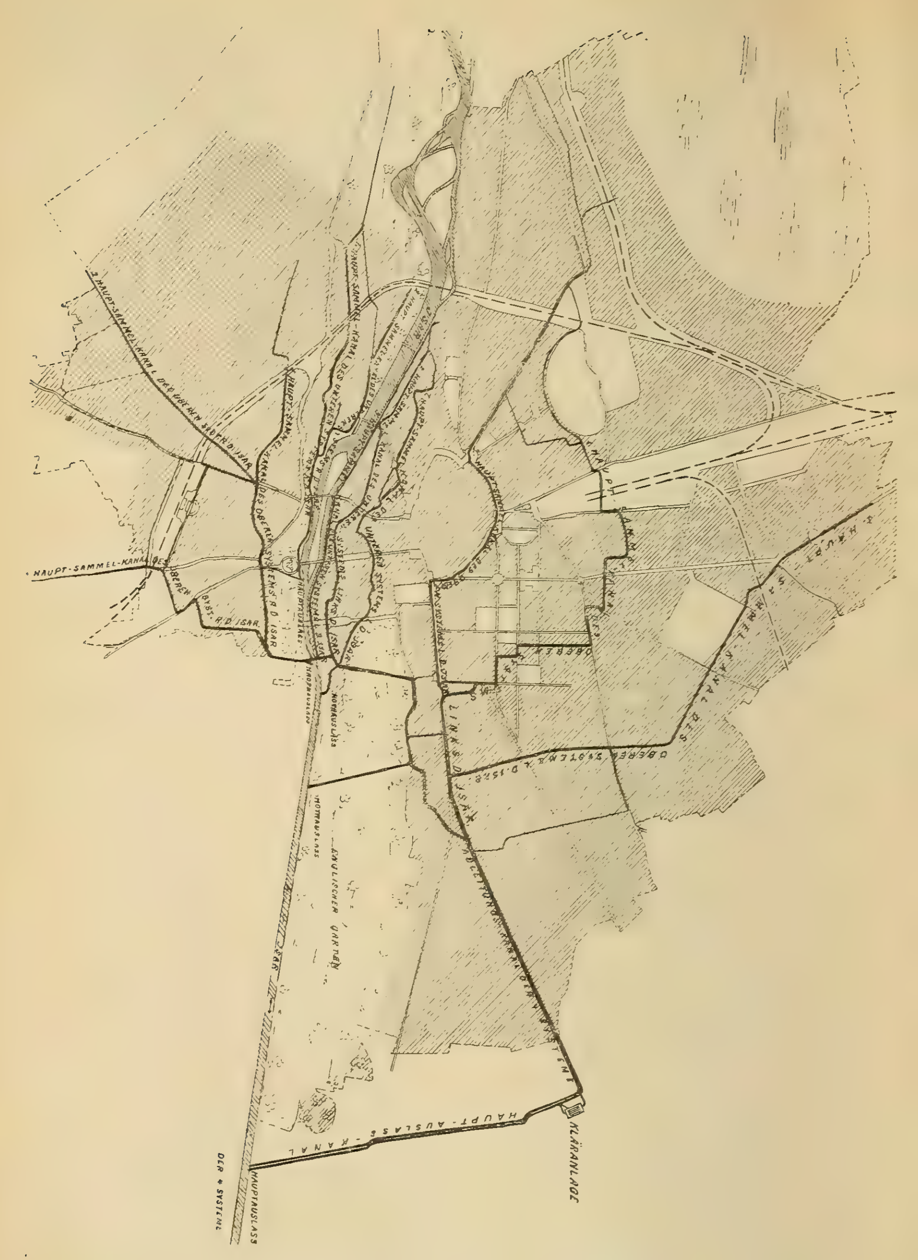


Fig. 157. Kanalisation von München.

und durch das Einströmen von Nebenflüssen eine allmähliche Verdünnung ein.

Der Verlauf der Selbstreinigung ist zumeist ein sehr schneller. Bei der Oder und der Isar ist beobachtet worden, dass die diesen Flüssen durch die Kanalisationen von Breslau und München zugeführten Verunreinigungen nach 30—35 Kilometern in circa 15 Stunden verarbeitet waren, so dass das Wasser dann wieder dieselbe chemische Zusammensetzung zeigte, wie oberhalb der Stadt. Relativ langsamer verschwinden die mit dem Kanalwasser eingeschwemmten Bakterien, wenn auch eine rasche Abnahme derselben stets nach Vermischung des Kanal- und Flusswassers zu beobachten ist.

Die selbstreinigende Kraft der Flüsse ist jedoch keine unbegrenzte, sie versagt, wenn dem Flusse zu viel zugemutet wird, wenn das Verhältnis der eingeführten Kanaljauche zur Wasserfracht des Flusses ein ungünstiges ist. Auch scheint eine Beimengung von chemischen Substanzen, welche das organische Leben im Wasser stören, die Selbstreinigung aufzuheben oder wenigstens zu verlangsamen.

So hat man namentlich in England, wo die hoch entwickelte Industrie den relativ kleinen und wasserarmen Flüssen sehr stark verunreinigte Fabrikwässer zugeführt hat, ein Verschlammen der Flüsse bemerkt, welches zu einer sehr heftigen Opposition gegen die Flussverunreinigung Anlass gab. Wenn diese auch in bestimmten Fällen berechtigt war, so ist es doch falsch, die Einleitung von Schmutzwässern, besonders städtischer Kanalwässer prinzipiell zu verbieten. Die Entscheidung muss vielmehr von Fall zu Fall getroffen und abhängig gemacht werden:

1. von der Menge des Kanalwassers,
2. von dessen Beschaffenheit,
3. von der Menge des Flusswassers (nach Pettenkofer soll eine schädliche Verunreinigung des Flusses nicht eintreten, wenn die Menge des Flusswassers mindestens 15 mal so gross als die der Kanalwässer ist),
4. vom Gefäll des Flusses.

Vom hygienischen Standpunkt ist es besonders wichtig, noch zu wissen, ob

5. das Flusswasser unterhalb des Kanaleinlaufs zum Trinken oder als Gebrauchswasser Verwendung findet.

Sind in nächster Nähe keine Ortschaften oder aber ist die dort wohnende Bevölkerung vom Flusse unabhängig und in der Lage, sich anderweitig mit Wasser zu versorgen, sind ferner die unter 1—4 genannten Bedingungen günstige, dann ist es unrichtig, die Einleitung städtischer Kanalwässer in die Flüsse zu verbieten, weil durch ein solches Verbot die Einführung der Schwemmkanalisation behindert und damit das Wohl der städtischen Bevölkerung geschädigt wird.

Man ist gerade in letzter Zeit mehr und mehr zu der Erkenntnis gekommen, dass Flüsse, welche an bewohnten Ortschaften vorüberziehen, doch nie ganz von Verunreinigungen frei zu halten sind. Ferner hat der Verlauf der Cholera auch während der letzten Jahre gezeigt, dass die Cholera sich nicht mit dem Strom, flussabwärts, sondern im Gegenteil flussaufwärts verbreitet, was darauf hinweist, dass nicht nur die in die Flüsse eingeleiteten Schwemmstoffe, sondern mehr noch der Schiffahrtsverkehr als Ursache der Choleraverbreitung zu betrachten ist. Sonst müsste ja stets der Einfluss der Einleitung städtischer Kanäle in die Flüsse nur flussabwärts zu beobachten sein. Die deutschen Behörden sind daher bei der Zulassung derartiger Einleitungen in den letzten Jahren viel weniger rigoros gewesen als früher.

Dort aber, wo ein genügend grosser Fluss nicht vorhanden ist oder wo die örtlichen Verhältnisse die Einleitung nicht gestatten, muss die Kanaljauche anderweitig beseitigt werden. Sie muss von den in ihr enthaltenen suspendierten und gelösten Bestandteilen und Mikroorganismen soweit befreit werden, dass das Wasser als rein und sanitär unbedenklich betrachtet werden kann. Um dies zu erreichen, sind eine grosse Anzahl von Verfahren angegeben worden, welche beruhen auf

1. Absitzenlassen,
2. Elektrolyse,
3. Erzeugung von Niederschlägen durch Zusatz chemischer Substanzen,
4. Filtration durch Bodenschichten,
5. Berieselung.

Durch Absitzenlassen allein kann ein Wasser zwar von einem grossen Teil der suspendierten Bestandteile befreit, aber niemals vollständig gereinigt werden.

Die Reinigung der Abwasser durch Elektrizität steht noch im Versuchsstadium. Das Wasser wird hiebei durch Reservoire geleitet, in denen sich Elektroden befinden. Die positive Elektrode besteht aus Kohlen-, die negative aus Eisenplatten. Die Elektrizität, welche von einer Dynamomaschine oder von Batterien geliefert wird, soll das Wasser in etwa 15 Minuten klären. Die gelösten organischen Substanzen nehmen bis zur Hälfte ab und die suspendierten werden durch das an der Oberfläche der Eisenelektroden gebildete Eisenoxydhydrat niedergeschlagen. Der Geruch der Abwasser bessert sich merklich. Die Mikroorganismen werden nur teilweise vernichtet. Die Kosten sind sehr hohe.

Viel günstiger sind die Resultate der chemischen Reinigung; sie beruht darauf, dass durch den Zusatz von Chemikalien unlösliche Verbindungen gebildet werden, die sich absetzen und dabei die suspendierten Bestandteile mit zu Boden reissen. Als solche Zusätze finden vor allem Verwendung Kalk (Kalkhydrat, Kalkmilch), welcher, allein oder mit anderen Verbindungen vermengt, sowohl auf die Sedimentation, als auch auf die Vernichtung der Mikroorganismen von grossem Einfluss ist.

Die verbreitetsten dieser Fällmittel (s. auch die p. 302 beschriebenen, für die Reinigung von Grubeninhalt benützten Verbindungen) sind Kalk, Chlormagnesium und Thon (Süvern); Eisenvitriol, Eisenchlorid, Carbolsäure (Friedrich); Kalk, lösliche Kieselsäure, Aluminiumsulfat (Müller-Nahnsen); Thomasschlacke, lösliche Kieselsäure, Aluminiumsulfat mit oder ohne Zusatz von Kalk (Müller-Nahnsen); Salzgemisch von Eisenthonerde und Magnesiapräparaten, Kalk und präparierten Zellfasern (Hulwa); Kalk und Aluminiumsulfat (Röckner-Rothe).

Die Wirkung auf die Abwässer ist nur dann eine vollständig befriedigende, wenn die zuzusetzenden Chemikalien mit dem Abwasser gründlich vermischt werden und wenn auch das zugesetzte Fällmittel in richtiger Menge beigefügt wird. Die zuzusetzende Menge richtet sich nach der Zu-

sammensetzung der Jauche und muss in jedem Fall besonders ausprobiert werden.

Nach der Vermischung werden die Wässer in geeignete Becken geleitet, wo die niedergeschlagenen Substanzen absitzen.

Es sind hierfür zwei Verfahren in Gebrauch. Entweder wird das mit dem Klärmittel versetzte Schmutzwasser langsam durch eine Reihe von Klärbecken geleitet und lässt hierbei seine Verunreinigungen absinken oder aber das Schmutzwasser wird am Boden der Klärvorrichtung eingeleitet, die spezifisch schwereren Bestandteile bleiben zurück, das gereinigte Wasser steigt nach oben. Eine derartige Einrichtung ist das in Figur 158 schematisch dargestellte Klärverfahren von Röckner-Rothe.

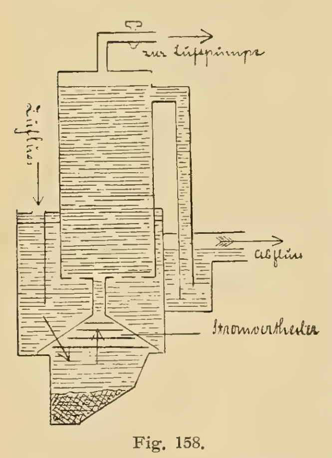


Fig. 158.

Das Schmutzwasser wird, nachdem es vorher von den gröberen, schwimmenden Bestandteilen befreit ist, mit den Chemikalien vermischt, auf den Boden des Klärapparates geleitet, über welchem ein Kessel angebracht ist. Der Kessel steht durch ein an seiner Decke angesetztes Rohr mit einer Luftpumpe in Verbindung, welche die Luft entfernt und das Wasser aufsteigen lässt. Ist dieses bis zu einer bestimmten Höhe gestiegen, so fliesst es durch die seitlich angebrachte Heberleitung ab. Unter dem Kessel befindet sich ein aus Latten bestehender Verteiler, der die Flüssigkeit nochmals gründlich durchmischt und die sich bildenden unlöslichen Produkte am Aufsteigen hindert. Der Schlamm wird von einer Schlammpumpe abgesaugt, abgepresst und soll für landwirtschaftliche Zwecke verwendet werden.

Die Kosten der chemischen Reinigung richten sich nach der Qualität der zu reinigenden Jauche und der von dieser abhängigen Menge zuzusetzender Chemikalien; sie sind ziemlich hoch. Der Schlamm ist zumeist auch schwer zu ver-

wenden, da er keine für die Düngung geeignete Zusammensetzung hat.

Bei Filtration durch Bodenschichten werden in bezug auf die Reinigung des Wassers ebenfalls günstige Resultate erhalten, da der Boden die in der Jauche vorhandenen Mikroorganismen wie die suspendierten Bestandteile zurückhält und die stickstoff- und kohlenstoffhaltigen Substanzen mineralisiert. Diese Wirkung ist jedoch keine andauernde, sie hört auf, wenn die oberen Bodenschichten verschlammen und damit für Luft und Wasser undurchgängig werden. Die obersten Schichten müssen dann gelockert und durchgearbeitet werden, der Boden muss auch eine bestimmte Zeit warten, bis er wieder seine reinigende Kraft erhält.

Die Resultate sind daher bessere, wenn statt der einfachen Filtration Rieselfelder zur Reinigung der Abwässer angelegt werden. Hierbei werden die stickstoff- und kohlenstoffhaltigen Substanzen nicht nur durch die Wirkung der im Boden vorhandenen Bakterien zerlegt, sondern die Zersetzungsprodukte werden auch zum Aufbau von Pflanzen verwandt und ein beträchtlicher Teil des Wassers durch die Pflanzen verdunstet, so dass der Boden nicht überlastet wird und verschlammen kann.

Die Wirkung von Rieselfeldern ist eine sehr günstige, wenn der Boden geeignet ist, die Rieselfelder eine für die Bewältigung der Abwässer genügende Grösse besitzen und rationell bewirtschaftet werden.

Für die Beschaffenheit des Bodens kommt besonders die Durchlässigkeit in betracht. Als genügend gross ist ein Rieselfeld zu betrachten, wenn je 1 ha mit ungefähr 15000 cbm Kanalwasser im Jahre berieselt wird.

Die Jauche wird durch natürliches Gefäll oder künstlichen Druck in einem grossen Kanal dem Rieselgute zugeführt. Fig. 159 zeigt die Anlage der Kanalisation und Rieselfelder Berlins. Die Stadt ist in zwölf, durch verschiedenartige Schraffierung erkennbare Bezirke geteilt, von welchen jeder ein abgeschlossenes Kanalsystem bildet, dessen sämtliche Kanäle in einer Pumpstation zusammenkommen, von der aus sie durch ein Druckrohr nach dem zugehörigen Riesel-

felde gepumpt werden. In der Abbildung sind die Rieselfelder dunkel schraffiert; die Namen der Rieselgüter sind unterstrichen.



Fig. 159. Anlage der Kanäle und Rieselfelder Berlins.

Vom Hauptkanal aus ziehen kleinere Zuleitungsgräben zu den einzelnen Feldern. Die Felder müssen sorgfältig hergerichtet sein. An der dem Zuleitungsgraben abgewandten Seite liegt der Hauptauslassgraben, welcher die gereinigten Wässer aufnimmt; er muss so gelagert sein, dass

das Wasser nur dann in ihn eintreten kann, wenn es eine genügend weite Strecke durch den Boden zurückgelegt (filtriert) hat. Ist der Hauptzuleitungsgraben gedeckt, so hat das Wasser auch im Winter eine Temperatur von 8—10°; der Rieselbetrieb wird dann erst bei starkem Frost behindert.

Für solche Fälle sind sogenannte Einstau-Bassins vorgesehen, tiefe Teiche mit lockerem Boden, in denen das Kanalwasser nach Zurücklassung der Schlammteile versitzt.

Fig. 160 stellt das Rieselfeld von Freiburg i./B. dar:



160. Rieselfeld von Freiburg i./B. (nach Lubberger).

Beim Eintritt des unterirdischen Sammelrohrs in das Rieselfeldgebiet ist ein Absatzbecken eingeschaltet, um die suspendierten Bestandteile und Sand möglichst abzuscheiden.

Die Bewässerung der Felder erfolgt vom Absatzbecken aus durch natürliches Gefäll, wie dies aus den mit kurzen Strichen eingezeichneten Höhenkurven zu ersehen ist. Die Entwässerung erfolgt durch die punktiert gezeichneten Entwässerungsgräben, welche fast das ganze Gebiet umspannen; aus diesen kann das gereinigte Wasser in die Dreisam geleitet werden.

Die Rieselfelder sind für die Beseitigung städtischer Sielwässer sehr gut geeignet; ihre Anlage ist aber eine teure und zumeist unrentable, da die Ländereien in der Nähe der Städte nur für hohen Preis zu erwerben sind. Die Benützung weit abliegender Güter ist wiederum zu kostspielig, weil dann die grosse Kanalwassermenge sehr weit transportiert werden muss, was wieder hohe Anlage- und Betriebskosten erfordert.

Es liegt die Vermutung nahe, dass der Gesundheitszustand auf solchen Rieselgütern kein guter sein könnte, weil die Kanaljauche mit ihren vielen pathogenen Bakterien zur Verbreitung von Infektionskrankheiten Anlass geben müsste. Dem ist jedoch nicht so. Wie die Kanalarbeiter, welche unausgesetzt in Sielen beschäftigt sind und sich und ihre Hände dort mit Kanaljauche verunreinigen, nicht häufiger an Infektionskrankheiten erkranken, als andere Arbeiterklassen, so beobachtet man auch bei den auf Rieselfeldern Beschäftigten keine erhöhte Morbidität und Mortalität; der Gesundheitszustand ist zumeist ein sehr guter.

Zu gelegentlichen Klagen geben unangenehme, faulige Gerüche Anlass, welche innerhalb der Rieselfelder häufig und in deren Umgebung bei ungünstigen Windverhältnissen auftreten und es daher ratsam erscheinen lassen, Rieselfelder möglichst entfernt von bewohnten Gegenden anzulegen. Auch muss die vorherrschende Windrichtung berücksichtigt werden.

Die Küchen- und Hausabfälle.

dürfen ebenfalls nicht in der Umgebung der Häuser angesammelt werden, weil sie viele fäulnis- und gärungsfähige Substanzen enthalten, deren Zersetzung üblen Geruch verbreiten und die Luft verpesten kann. Es ist daher zweckmässig, sie möglichst rasch zu entfernen.

Zur Aufsammlung verwendet man eiserne Tonnen, welche häufig und in geeigneter Weise entleert werden. Die Entleerung muss derart vorgenommen worden, dass die Verstäubung möglichst verhindert wird (vgl. pag. 199 die Abfuhr des Strassenkehrichts). Noch zweckmässiger ist es, die Tonnen jeden Tag abzufahren und erst ausserhalb der Stadt zu entleeren. Am folgenden Tage wird die leere Tonne zurückgestellt, die volle wiederum abgeholt.

Hierbei entsteht weniger Staub, die Umgebung der Häuser, die Strassen u. s. w. werden weniger stark verunreinigt, als wenn diese Stoffe in Gruben gesammelt und erst dann mit Schaufeln entleert werden, wenn die Grube gefüllt ist.

Die Verwertung der Küchen- und Hausabfälle, wie auch des Strassenkehrichts für landwirtschaftliche Zwecke gibt keine besonders günstigen Resultate. Dort, wo sie eingeführt ist, muss durch baldiges Verarbeiten (Unterpflügen) oder durch geeignete Vorrichtungen ein Verwehen und Verstäuben verhindert werden. Vom hygienischen Standpunkte ist die in vielen englischen Städten eingeführte und bewährte V e r b r e n n u n g als das rationellste Verfahren zu betrachten.

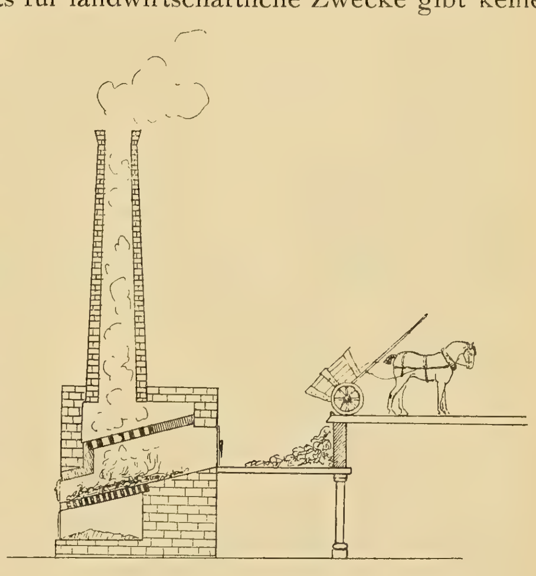


Fig. 161.

Es sind hiefür verschiedene Oefen angegeben worden. Fig. 161 zeigt (schematisch) die Einrichtung einer derartigen Verbrennungsanlage.

Endlich ist bei Besprechung der Abfallstoffe noch

die Beseitigung der Kadaver

gefallener Tiere zu erörtern.

Vorzüglich wenn die Todesursache eine infektiöse, auch auf den Menschen übertragbare Erkrankung gewesen, kann durch den Tierkadaver eine Verbreitung von Krankheiten möglich werden.

Das vom hygienischen Standpunkte allein zu billigende Verfahren der Beseitigung der Kadaver wie auch der in den Schlachthäusern ermittelten und dort konfiszierten kranken Organe des Schlachtviehes besteht in der technischen Verarbeitung in Leimsiedereien, Knochenbrennereien u. s. w., wobei dieselben einer so hohen Temperatur ausgesetzt werden, dass eine Abtötung der pathogenen Mikroorganismen mit Sicherheit erfolgt.

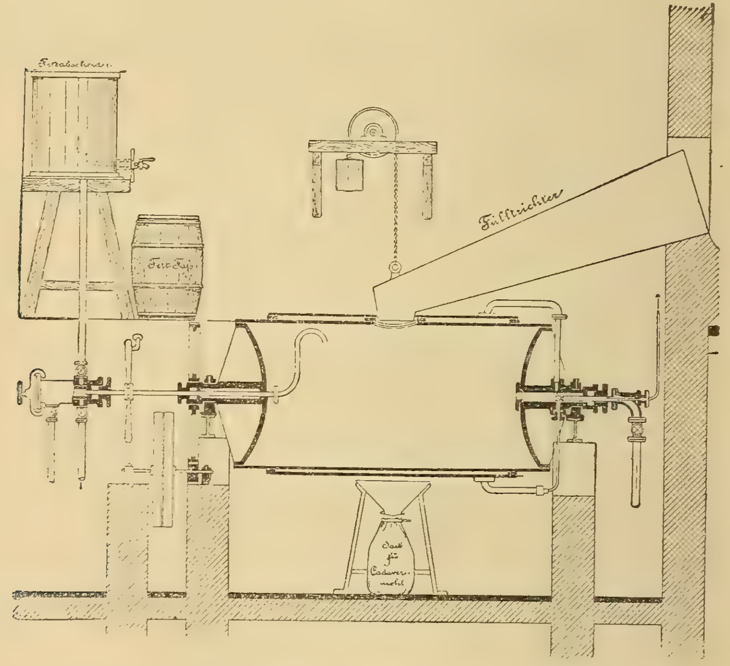


Fig. 162. Anlage zur Verarbeitung von Tierleichen (System Podewils).

Einen für diesen Zweck eingerichteten Apparat stellt Fig. 162 dar. Der Podewils'sche Kadaver-Verarbeitungs-Apparat besteht aus einer grossen rotierbaren Trommel, in welche der Kadaver, in grosse Stücke zerlegt, eingebracht wird. Durch 3—4 stündige Einwirkung von Dampf bei einer

Temperatur bis 160° C. werden sämtliche Mikroorganismen sicher abgetötet; die dabei entstandene fetthaltige Fleischbrühe wird durch den Fettabscheider abgeleitet. Hierauf wird getrocknet und alle Kadaverteile durch eine im Innern frei bewegliche Walze zerdrückt und zermahlen. Die freiwerdenden Dämpfe werden kondensiert, die unkondensierbaren Gase werden unter die Kesselfeuerung gebracht und verbrannt. Die zermahlenen Kadaverteile finden als Düngepulver Verwendung.

Die Abdeckereien, auch Wasenmeistereien genannt, in denen die Verarbeitung der Tierkadaver erfolgt, müssen von bewohnten Gegenden möglichst abseits liegen. Freilich darf die Entfernung nicht so gross sein, dass der Transport ein zu beschwerlicher würde. Auch auf die herrschende Windrichtung ist bei Auswahl des Platzes Rücksicht zu nehmen, da solche Einrichtungen nur schwer geruchlos zu halten sind. Der Transport der gefallenen Tiere nach der Abdeckerei muss in verschliessbaren, leicht zu reinigenden Kastenwagen vorgenommen werden.

Eine strenge Ueberwachung der ganzen Anlage, sowie des Betriebes ist absolut erforderlich, da man bei den Personen, welche diesem Gewerbe obliegen, ein Verständnis für die in ihm schlummernden Gefahren und eine dementsprechende Rücksicht auf die umwohnende Bevölkerung nur sehr selten findet.

Litteratur: Erismann, „Die Entfernung der Abfallstoffe", Hdb. d. Hyg. v. Pettenkofer u. Ziemssen; Wehner, „Abdeckereiwesen", Hdb. d. Hyg. v. Weyl.

Leichenbestattung.

Mehrfache Gründe erfordern eine möglichst schnelle Entfernung der Leichen nach Eintritt des Todes.

Die Anwesenheit der Leiche gibt zu steten Aufregungen Anlass, welche den durch die vorausgegangene Krankheit und den Todeskampf angegriffenen Familienmitgliedern besser erspart bleiben.

Bei der bei weitem grössten Mehrzahl der Familien besteht die Wohnung aus einem oder höchstens zwei Zimmern, welche notwendig gebraucht werden; ein nicht bewohnter Raum für die Aufbahrung der Leiche ist nur selten vorhanden. Es wird daher durch die bald nach dem Tode eintretende Fäulnis die Luft der unentbehrlichen Wohnräume mehr oder minder erheblich verschlechtert werden, wenn nicht für die Fortschaffung der Leiche gesorgt wird.

Dies ist dringend notwendig, wenn die Todesursache eine infektiöse Krankheit war und wenn die Möglichkeit besteht, dass von der Leiche noch eine Verbreitung der Krankheit ausgehen kann. Dann ist die Leiche unter Fortlassung der sonst üblichen Formalitäten in ein mit 2 % Carbolsäure getränktes Tuch einzuwickeln, zu versargen und in das Leichenhaus zu schaffen.

Aber auch bei Todesfällen an nicht ansteckenden Krankheiten ist die Aufstellung der Leichen in besonderen Toten- oder Leichenhallen aus obigen Gründen erwünscht.

Der Transport dorthin hat in besonderen Wagen zu geschehen, welche, im Innern einfach konstruiert, leicht gereinigt werden können. Der Kinderleichentransport

in Droschken und anderen für den öffentlichen Gebrauch bestimmten Wagen ist zu verwerfen; auch Kinderleichen sind in Leichenwagen nach der Leichenhalle überzuführen.

Die Leichenhalle ist mit guter Ventilation einzurichten und auch äusserlich so auszustatten, dass sich die Bevölkerung der Ortschaften, in welchen diese bisher noch nicht eingeführt sind, allmählich an die baldige Aufstellung der Leichen in den Totenhallen gewöhnt.

Neben einer grösseren Halle sind noch kleinere Räume anzulegen, in denen die an ansteckenden Krankheiten Verschiedenen bis zur Bestattung untergebracht werden.

Zur Beruhigung des Publikums und zum Schutz gegen das Lebendigbegrabenwerden sind vielfach Vorrichtungen eingeführt, welche eine jede Bewegung des Scheintoten mittelst einer elektrischen Leitung mit Läutewerk dem Friedhofwärter signalisieren würden.

Die definitive Beerdigung findet bei uns hauptsächlich in zweierlei Form statt. Die Leichen werden eingegraben oder (viel seltener) in gemauerte Grüfte versenkt, die dann später wieder verschlossen werden.

In beiden Fällen wird die Leiche in einen Sarg gelegt.

Der Sarg ist gewöhnlich aus Holz gebaut; metallene oder steinerne Särge lassen die Luft nicht zutreten und verhindern deshalb den schnellen Eintritt der Verwesung. Sie werden gewöhnlich auch nur bei Beisetzung in Grüften verwandt.

In neuerer Zeit werden auch luftdurchlässige Gypssärge empfohlen, in welchen die natürliche Zersetzung der Leichen am schnellsten und leichtesten erfolgen soll.

Nach dem Tode werden die Leichen durch die Thätigkeit pflanzlicher und tierischer Organismen zerstört, so dass nach beendeter Zersetzung nur noch das Skelett zurückbleibt. Der normale Verlauf der Leichenzersetzung ist der, dass zunächst die in der Leiche (hauptsächlich im Magen-Darmkanal) enthaltenen Spaltpilze die stinkende Fäulnis einleiten, welche etwa drei Monate andauert. Später treten tierische Organismen auf (Larven von Fliegen und Nematoden) und endlich werden durch

Schimmelpilze die noch vorhandenen trockener gewordenen organischen Bestandteile zerlegt (Verwesung). Die hiebei sich abspielenden chemischen Prozesse sind sehr kompliziert. Bei der Fäulnis werden unter Sauerstoffabschluss CO_2, H, SH_2, CH_4 und die den ekelhaften Geruch bedingenden unvollständigen Zersetzungsprodukte der Eiweisskörper (Leucin, Tyrosin, Skatol, Indol u. s. w.) gebildet; die Endprodukte der unter Sauerstoffzutritt sich abspielenden Verwesung sind hauptsächlich CO_2, H_2O, N_2O_5.

Ein normaler Verlauf der Zersetzung wird jedoch nur dann beobachtet, wenn die Bodenverhältnisse dem Zersetzungsprozess günstig sind. Es sind daher an die Begräbnisplätze in bezug auf den Boden bestimmte Anforderungen zu stellen.

Das Grundwasser darf niemals so hoch steigen, dass die Leichen in dasselbe zu liegen kommen.

Der Boden muss ferner porös, für Luft durchgängig sein, am besten aus Sand oder Kies bestehen.

Ist dies der Fall, dann ist die Zersetzung einer Kinderleiche nach ungefähr 4 Jahren, einer Leiche eines Erwachsenen nach 7 Jahren beendet, während der Prozess im Lehmboden länger andauert (etwa 15 Jahre).

Nach den jeweilig an der betreffenden Oertlichkeit gemachten, durch die Bodenbeschaffenheit bedingten Erfahrungen richten sich auch die Bestimmungen über den Turnus, d. i. die Zeit, innerhalb welcher ein Grab nicht neu belegt werden darf. Derselbe beträgt 6, 10 und mehr Jahre.

Die Grösse der Gräber Erwachsener ist 200 : 100 cm zu wählen, als Zwischenwandungen zwischen zwei Gräbern genügen 60 cm, so dass also auf ein Grab ein Flächenraum von 4,16 qm kommt. Derselbe Raum genügt für zwei Gräber von Kindern unter 10 Jahren.

Die Tiefe eines Grabes sei derart, dass der Sargdeckel noch von einer 100 cm hohem Erdschicht (incl. Grabhügel) bedeckt ist, wodurch Austreten von üblen Gerüchen sicher vermieden wird. Durch Tieferlagern der Leichen werden die Arbeit und die Kosten des Begrabens unnötig vergrössert;

ausserdem verläuft der Verwesungsprozess langsamer, weil die Sauerstoffzufuhr erschwert ist.

Die Grösse des Friedhofes muss bei Neuanlagen nach der Bevölkerungszahl, der durchschnittlichen Mortalität und der voraussichtlichen Zunahme der Bevölkerung projektiert werden.

Bei ungünstigen Bodenverhältnissen, wenn der Boden zu feucht oder auch zu kalt und trocken ist, werden Veränderungen der Leiche beobachtet, die als Leichenwachsbildung und Mumifikation beschrieben sind.

Leichenwachs- oder Adipocirebildung besteht in einer noch nicht aufgeklärten Veränderung der Leiche oder einzelner Leichenteile, bei welcher diese in einen eigentümlichen, wachsartigen Zustand übergehen. Es ist noch nicht sicher festgestellt, ob das dabei gefundene Fett aus Eiweiss umgebildet ist oder aber schon im Körper vorhanden war.

Die Leichen sind hierbei zuweilen ihrer Gestalt nach ganz erhalten und auch die Struktur der einzelnen in Fettwachs umgewandelten Gewebe ist noch mikroskopisch erkennbar. Der Fundort aller dieser Adipocirebildungen in Flüssen oder sehr feuchten Kirchhöfen weist darauf hin, dass grosse Feuchtigkeit und wahrscheinlich auch der hiedurch bedingte Sauerstoffmangel die Ursache dieser Veränderungen sind.

Im Gegensatze hiezu gibt ein sehr trockener, kalter oder auch sehr warmer grossporiger Boden zu Mumifikation Anlass, bei welcher die Leichen unter annähernder Beibehaltung ihrer Gestalt mumifizieren — eintrocknen. Die Mumifikation findet auch statt, wenn nach vorhergegangener Vergiftung (durch Phosphor, Alkohol, besonders Arsenik und Sublimat) der Eintritt der normalen Fäulnis verhindert wird. Eine Mumifikation, welche durch die örtlichen Verhältnisse nicht erklärt werden kann, weist daher auf eine vorausgegangene Vergiftung hin.

Genügen die Begräbnisplätze den oben angeführten und begründeten Anforderungen, so ist zu einer weiteren Befürchtung kein Grund vorhanden. Die früher vielfach verbreitete und auch jetzt noch von Laien vertretene Anschauung, dass ein Friedhof, welcher nicht sehr weit von menschlichen

Wohnungen entfernt liegt, gefährlich wäre und zur Verbreitung von infektiösen Krankheiten Anlass geben könnte, ist irrig.

Diese Frage ist durch vielfache Versuche entschieden worden. Insbesondere haben neuerdings veröffentlichte, von Lösener im kaiserlichen Gesundheitsamt in Berlin jahrelang planmässig durchgeführte Untersuchungen folgende Resultate ergeben. *Typhusbacillen* gehen *in den beerdigten Kadavern* gewöhnlich innerhalb drei Wochen zu Grunde. *In keinem Fall* gelang es trotz der zahlreichen Nachforschungen Keime mit den Eigenschaften der Typhusbacillen ausserhalb der Kadaver am Sarge, im Erdreich oder Grundwasser nachzuweisen, auch dann nicht, wenn das Grundwasser in die Särge eingedrungen war.

Choleravibrionen sterben schon nach wenigen Wochen innerhalb der Leiche ab. *Im Leichentuch, den Sargwänden,* im *Grundwasser* und *dem den Sarg umgebenden Erdreich* konnten *lebende Vibrionen niemals* nachgewiesen werden.

Tuberkelbacillen waren nach *spätestens vier Monaten* in den Kadavern abgestorben. Das *Leichentuch*, die *Sargwände*, das unter dem Sarge befindliche *Erdreich* erwiesen sich *stets frei* von den Infektionserregern.

Milzbrandkeime (*Sporen*) haben sich während der einjährigen Beobachtungszeit *vollvirulent* erwiesen und werden auch auf *der Oberfläche der Grubensohle,* wohin die Sporen offenbar vom Grundwasser hingespült waren, gefunden worden. Eine *weitere Verschleppung* der Milzbrandkeime in das Erdreich wurde jedoch bei den vorliegenden Versuchen durch die filtrierende Kraft des Sandbodens verhindert und *nicht einmal bis zu* 5 cm *bewerkstelligt.*

Für die Gesundheit gefährlich können gelegentlich *Grüfte* werden, wenn rasch hintereinander oder sogar zu gleicher Zeit mehrere Leichen in einer Gruft beigesetzt werden. Es bilden sich dann in derselben beträchtliche Mengen giftiger Gase, die bei unvorsichtigem Betreten der Gruft Schaden

hervorrufen können. Bei der seltenen Verwendung von Grüften und bei der vorhandenen Möglichkeit, die Gefahr zu vermeiden, wenn man die Grüfte vor dem Betreten einige Zeit offen stehen lässt, kommt diesem Umstand eine besondere Bedeutung nicht zu.

Nach dem vorher Gesagten sind im allgemeinen hygienische Bedenken gegen das „Begraben“ der Leichen nicht vorhanden. Ist ein Begräbnisplatz vorhanden, welcher eine günstige Lage besitzt, die passenden Boden- und Grundwasserverhältnisse zeigt, wird die Verwaltung des Friedhofs in richtiger Weise gehandhabt, so ist für die Wahl eines anderen Verfahrens zur Leichenbestattung kein Grund vorhanden. Wenn jedoch, wie dies besonders in grossen Städten der Fall ist, geeignete Plätze fehlen oder wegen der grossen Anzahl der Leichen nur schwer zu beschaffen sind, so wird man die in früheren Zeiten gebräuchliche Sitte, die Leichen durch Feuer zu vernichten, mit Vorteil wieder einführen.

Die Feuerbestattung geschieht in besonders hiefür konstruierten Oefen, in welchen die Leichen in kurzer Zeit bei sehr hoher Hitze einer vollständigen Verbrennung (Endprodukte N, CO_2, H) ausgesetzt werden.

Die Feuerbestattungs-Apparate müssen folgende Bedingungen erfüllen:*)

1. Die Verbrennung soll rasch vor sich gehen;
2. dieselbe soll sicher und vollständig sein und darf ein Halbverbrennen nicht stattfinden;
3. der Prozess soll in decenter Weise und nur in ausschliesslich für menschliche Leichen bestimmten Oefen vollzogen werden;
4. bei demselben sollen keine die Nachbarschaft belästigenden Verbrennungsprodukte, übelriechende Dämpfe, Gase u. s. w. auftreten;
5. die Asche soll unvermischt, rein und weisslich sein und soll deren Einsammlung leicht und rasch ausführbar sein;
6. der Apparat, sowie die Verbrennung selbst soll möglichst billig sein;

---

*) Laut Programm des ersten europäischen Kongresses für Feuerbestattung zu Dresden 1876.

7. ohne Unterbrechung und besonderen Kostenaufwand sollen mehrere Verbrennungen hintereinander möglich sein.

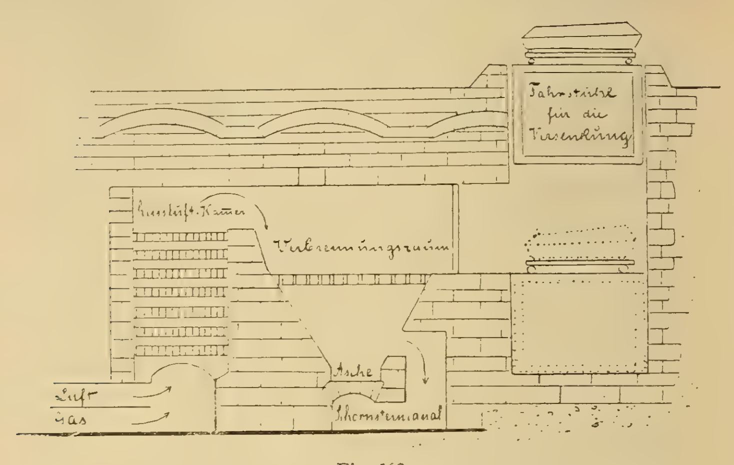


Fig. 163.
Leichenverbrennungsofen nach Siemens.

Während in Italien und in der Schweiz die Leichenverbrennung schon an vielen Orten eingeführt ist, hat Deutschland bis vor kurzer Zeit nur in Gotha eine derartige Einrichtung besessen. Der dortige Verbrennungsofen ist nach dem System Siemens angelegt. Er besteht (s. Fig. 163) aus dem Vorwärmer, dem Verbrennungsraum und dem Aschenfall. Im Vorwärmer befinden sich Reihen von feuerfesten Ziegeln, durch Lufträume durchbrochen, welche durch eine Gasheizung auf sehr hohe Temperatur gebracht werden können. Die Verbrennung erfolgt dann nur durch heisse Luft, welche über den vorher angeheizten Vorwärmer gleitet, die Temperatur der Ziegeln angenommen hat. Die Verbrennungsgase ziehen den durch die Pfeile markierten Weg nach dem Kamin, die völlig weisse Asche fällt auf den Aschenfall, wo sie gesammelt wird.

In neuerer Zeit sind in Deutschland noch in Offenbach, Hamburg und Heidelberg Verbrennungsöfen nach anderen Systemen (Klingenstierna, Schneider) aufgestellt worden.

Die Verbrennung einer Leiche erfordert bei den verschiedenen im Gebrauch befindlichen Systemen eine bis zwei Stunden.

Die Kosten sind zunächst noch hohe. Sie betragen für eine Verbrennung exklusive der Gebühren für Leichenträger, Wagen u. s. w. 8 bis 76 Rm. In Zürich wird für eine Verbrennung 80 Fr., für eine Urnennische (zwanzig Jahre) 10 Fr. gezahlt. In Paris kostet die Feuerbestattung 40 Fr. Die Kosten werden noch dadurch erhöht, dass in Deutschland zunächst nur in wenigen Städten Verbrennungsöfen aufgestellt sind und dass der Leichentransport auf Eisenbahnen sehr teuer ist.

Litteratur: Schuster, „Beerdigungswesen", Handbuch der Hygiene von Pettenkofer und Ziemssen; Wernich, „Leichenwesen einschliesslich der Feuerbestattung", Handbuch der Hygiene von Weyl; Engerth, „Fortschritte der Feuerbestattung".

Krankenhäuser.

An die allgemeine Wohnungshygiene, welche in den vorigen Kapiteln erörtert wurde, ist noch die Besprechung von Anstalten anzuschliessen, welche für den Aufenthalt einer grösseren Menschenanzahl bestimmt sind, ohne dass in ihnen der Einzelne imstande ist, als Wirt oder Mieter seinen Einfluss auf eine rationelle und den heutigen Fortschritten der Hygiene entsprechende Gestaltung der Wohnungsverhältnisse auszuüben.

Erfordert das Zusammensein vieler Menschen zur Sicherung ihrer Gesundheit schon an und für sich besondere Einrichtungen, so muss in noch höherem Masse für möglichste Durchführung aller auf diesem Gebiete gemachten Erfahrungen gesorgt werden, wenn es sich darum handelt, für kranke Personen einen zur Herstellung ihrer Gesundheit geeigneten Aufenthaltsort zu schaffen.

Die öffentliche Gesundheitspflege hat sich daher schon seit langer Zeit mit den Prinzipien beschäftigt, welche bei dem Bau von Krankenhäusern zur Geltung kommen sollen.

Der Platz für ein solches muss so gewählt werden, dass eine Belästigung oder Schädigung der Kranken durch naheliegende Fabriken u. s. w. ausgeschlossen ist; seine Lage, wie auch der zu bebauende Boden müssen den an einen hygienisch guten Bauplatz zu stellenden Anforderungen in vollstem Masse genügen. Er muss ausser für die Aufführung der notwendigen Baulichkeiten auch noch ausreichenden Raum zur Anpflanzung von Gartenanlagen gewähren.

Diese Bedingungen sind, besonders in grösseren Städten, wenn es sich um Neuanlage von Krankenhäusern handelt,

nur in der Peripherie der Städte zu erfüllen, weshalb bei der weiten Entfernung vom Centrum und den jenseits dieses liegenden Stadtteilen für einen geordneten und bequemen *Krankentransportdienst* gesorgt sein muss.

Man hat in neuerer Zeit diesem Krankentransport mit Recht allgemeines Interesse geschenkt, weil der Transport der Kranken auf das Wohl und Wehe derselben einen sehr erheblichen Einfluss auszuüben im Stande ist. Kann doch eine ungeeignete Beförderung der Kranken nicht nur dessen Schmerzen bedeutend steigern, sondern auch das Leiden vergrössern, die Heilung erschweren, ja sogar den Tod herbeiführen (Blutungen innerer Organe, komplizierte Frakturen u. s. w.). Es müssen deshalb, besonders in grösseren Städten mit weiten Entfernungen, stets geeignete Krankentransportwagen an verschiedenen gut gelegenen Punkten) jederzeit zur Verfügung stehen. Für die Bedienung derselben muss ein geschultes Personal vorhanden sein.

Da erfahrungsgemäs durch den Transport infektiöser Kranker Infektionskrankheiten übertragen werden können, sollten solche Kranke niemals in öffentlichen Fuhrwerken befördert werden, sondern stets nur in den hiefür bestimmten, leicht zu reinigenden Krankentransportwägen. Selbstverständlich muss einem jeden Transport derartiger Kranker die sofortige Reinigung bezw. Desinfektion der Krankenträger und des Wagens folgen.

Die *Grösse des Platzes* richtet sich nach der Anzahl der voraussichtlich aufzunehmenden Kranken und stellt sich in den neueren Anlagen auf 100—150 qm pro Person; Irrenanstalten beanspruchen erheblich mehr Platz.

Das Unterbringen der Kranken in *mehrstöckigen, kasernenartigen Bauten* hat zwar in *administrativer* Hinsicht viele Vorteile, gestattet jedoch nicht, jedem Raume eine ausreichende Menge frischer Luft zuzuführen und gibt zur Verbreitung von Infektionskrankheiten häufigen Anlass. Die sogenannten Hausepidemien sind in Krankenhäusern überhaupt relativ häufig, wenn auch aus leicht erklärlichen Gründen hierüber wenig in die Oeffentlichkeit gelangt. Man ist deshalb von der Errichtung der sogenannten *Korridorbauten*, bei

welchen Krankensäle, Verwaltung, Oekonomie u. s. w. in einem Gebäude untergebracht sind, abgekommen und zum „Pavillonsystem“ übergegangen. Bei diesem wird eine immer nur kleine Anzahl von Kranken in isoliert gelegenen, leicht gebauten, gut ventilierbaren, meist ein-

Fig.164. Krankenhaus Hamburg-Eppendorf (nach Deneke).

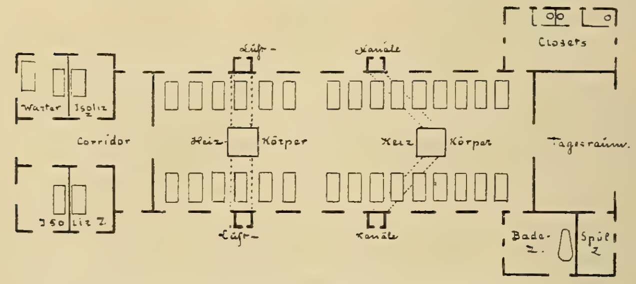


Fig. 165. Pavillon des Hamburger Krankenhauses (nach Deneke).

stöckigen „Pavillons“ untergebracht. Sie liegen entweder ganz frei oder stehen durch einen Gang mit einander in Verbindung.

Fig. 164 stellt die Anordnung der Pavillons, der Verwaltungsgebäude u. s. w. des neu erbauten Hamburg-Eppendorfer Krankenhauses dar.

Die Stellung der Pavillons wird von den örtlichen Verhältnissen, den herrschenden Winden u. s. w. abhängig sein. Im allgemeinen ist es zweckmässig, sie von Norden nach Süden zu legen, weil dann beide Seiten ziemlich gleichmässig von der Sonne beleuchtet und erwärmt werden.

Jeder Pavillon enthält ausser dem Hauptsaal für die Kranken noch ein oder einige Isolierzimmer, Räume für das Wartepersonal und ausserdem noch Closets, Bad, Spülküche u. s. w. Fig. 165 zeigt die Raumeinteilung eines Pavillons des Hamburger Krankenhauses.

Der Hauptraum eines Pavillons enthält Platz für 20—50 (gewöhnlich 30) Kranke, denen pro Kopf ein Luftraum von 30—40 cbm zur Verfügung steht. An Flächenraum kommen auf ein Bett 7—15 Quadratmeter.

Eine Unterkellerung des Pavillons ist nicht notwendig, wenn nicht etwa besondere Kellerräume für die Heizung erforderlich sind, da bei richtiger Bauausführung und guter Heizanlage auch ohne Keller trockene und genügend warme Fussböden zu erzielen sind. Das Wegfallen der Unterkellerung verringert die Baukosten bedeutend.

Für die Fussböden ist ein leicht zu reinigendes Material zu wählen (Stein, in Cement eingelegte Fliesen, Terrazo u. s. w.), auch die Wände müssen bequem zu reinigen sein und dürfen keine Vorsprünge, Nischen u. dgl. haben, auf und in denen sich sonst schwer zu beseitigende Staub niederlassen könnte.

Die Decke bildet gewöhnlich ein mit Dachreiter versehenes Giebeldach, welches, wie schon pag. 258 ausgeführt, die Ventilation begünstigt. Die Ventilation muss ausgiebig sein und einen Luftwechsel von 60 bis 100 cbm pro Person garantieren. (Ueber die hierzu notwendigen Einrichtungen s. unter Ventilation.)

Als Heizung hat sich für Krankenhäuser die Fussbodenheizung (s. diese S. 248) besonders bewährt.

Das Mobiliar muss möglichst einfach gehalten und leicht zu säubern sein. Dies gilt besonders von den Betten, welche nur aus Eisen gebaut sein dürfen. Auch Tische und Stühle aus Eisen, erstere mit abnehmbarer Glasplatte, haben sich in neuerer Zeit sehr bewährt.

Die Unterbringung infektiöser Kranker darf nur in besonderen kleinen Isolierpavillons stattfinden, ebenso muss für die Durchführung einer genügenden Desinfektion im ganzen Bereiche des Krankenhauses gesorgt sein. Wäsche, Kleidung und Betten von Kranken, welche an Infektionskrankheiten leiden, sind in strömendem Damf zu sterilisieren (s. Desinfektion). — Der Transport der inficierten Wäsche u. s. w. vom Kranken bis zur Desinfektionsanstalt muss derart erfolgen, dass eine Verbreitung der pathogenen Bakterien ausgeschlossen ist.

Für die Erbauung von Krankenhäusern kleinerer Städte gilt im allgemeinen dasselbe. Nur wird sich dort die Errichtung eines Gebäudes, welches Krankensäle und Oekonomie-Räume u. s. w. gemeinsam enthält, empfehlen. Eine kleine Isolierbaracke für die Aufnahme an Infektionskrankheiten Leidender ist aber auch bei kleineren Krankenhäusern ebenso wie die Beschaffung eines Desinfektionsapparates dringend geboten.

Als Isolierpavillons kleinerer Krankenhäuser haben sich die transportablen Baracken (System Decker) sehr gut bewährt. Dieselben (s. Fig. 166) können rasch und leicht an passenden Plätzen aufgestellt werden, sind gegen die Einflüsse der Witterung sehr widerstandsfähig und gestatten eine ausgiebige Ventilation und Heizung. Der Anstrich der Decken und Wände kann leicht und gründlich desinficiert werden. Sie werden namentlich bei Ausbruch von Epidemien mit grossem Vorteil zu verwenden sein.



Fig. 166. Transportable Baracke (System Doecker).

Litteratur: Deneke, „Mitteilungen über das neue allgemeine Krankenhaus Hamburg-Eppendorf“, Vierteljahrschrift f. öffentl. Gesundheitspflege 1889; Menke, „Krankenhaus der kleinen Städte“; v. Kerschensteiner, „Krankenhaus für kleine Städte und ländliche Kreise“.

Schulhygiene.

Die Erfahrung, dass beim Besuch der Schule die Gesundheit von Lehrer und Schüler geschädigt werden kann, hat dazu geführt, den Schulverhältnissen grössere Aufmerksamkeit zuzuwenden, damit alles vermieden wird, was eine Gefährdung der Schulbesucher zur Folge haben kann. Es ist dies um so mehr notwendig, als der Schulbesuch kein fakultativer ist, vielmehr die Eltern gezwungen sind, ihre Kinder in die Schule zu schicken und daher auch von Staat und Gemeinde die weitgehendsten Garantieen für die Erhaltung der Gesundheit der Kinder fordern können.

Man kann die durch den Schulbesuch entstehenden Gefahren teilen in solche, welche durch den Aufenthalt und solche, welche durch die Beschäftigung in der Schule hervorgerufen werden.

Zu den ersteren, welche für Schüler und Lehrer gemeinsam sind, gehört die Verbreitung von Infektionskrankheiten, insbesondere Masern, Scharlach, Diphtherie, Keuchhusten, welche zweifellos durch den Schulbesuch stattfindet. Eine rechtzeitige Entfernung der kranken Kinder aus dem Schulbereich und eine möglichst späte Zulassung zum Schulbesuch nach beendeter Erkrankung sind das sicherste Mittel gegen diese Gefahren, die sich ganz nie werden verhindern lassen.*)

Was die Tuberkulose betrifft, so ist die Wahrschein-

*) In den einzelnen Bundesstaaten Deutschlands und den verschiedenen Kronländern Oesterreichs sind zur Verhütung der Verbreitung ansteckender Krankheiten in den Schulen besondere Verordnungen etc. erlassen.

lichkeit einer Infektion durch die Schule eine sehr geringe. Nichts destoweniger wäre es sehr erwünscht, wenn auch schon in der Schule die Grundlage für eine Prophylaxe gegen diese furchtbare Krankheit gelegt würde, indem man den Kindern das Speien auf den Boden verbietet und sie zur Benützung der in ausreichender Menge aufgestellten Spucknäpfe anhält.

Es leidet gewöhnlich ja doch nur ein geringer Bruchteil der Kinder an Erkrankung mit Auswurf; diese können zur Verhütung von Störungen beim Unterricht an das Ende der Bank in die Nähe eines Spucknapfes gesetzt werden. Ist aber überhaupt kein Spucknapf vorhanden, so muss das Kind das Speien auf den Boden als etwas ganz Selbstverständliches betrachten, was vom ästhetischen wie hygienischen Standpunkt gleich zu verurteilen ist.

Im übrigen gilt natürlich auch bei der Schulhygiene, was bei Verhütung der Infektionskrankheiten im allgemeinen gesagt werden wird, und dort nachzulesen ist. Im besonderen sei nur noch erwähnt, dass durch peinliche Sauberkeit in den Schulen — im Haus und Hof — und durch eine Erziehung der Kinder zur Reinlichkeit inbezug auf ihren Körper und ihre Kleidung die Verbreitung der Infektionskrankheiten sicherlich würde eingeschränkt werden. In dieser Hinsicht ist auch der Wert der S c h u l b ä d e r nicht hoch genug zu schätzen. Es sind dies B r a u s e b ä d e r (s. pag. 133), welche, im Schulhause eingerichtet, von den Schülern während der Schulstunden benützt werden. Sie werden auf die Pflege des Körpers der Kinder und auf die Reinhaltung ihrer Wäsche und Kleidung, welche sonst so häufig die Infektionsträger beherbergen und verschleppen, einen günstigen Einfluss ausüben.

Eine weitere Schädigung von Lehrer wie Schüler kann eintreten, wenn der Unterricht in hygienisch ungünstigen Lokalitäten gegeben wird. Die Wahl des Bauplatzes, die Aufführung des Baues, die Beleuchtung, Beheizung und Ventilation der Schulzimmer, die Anlage der Abtritte kann eventuell zu Schädigungen führen, wenn nicht die bei Besprechung der Bau- und Wohnungshygiene im allgemeinen aufgeführten Anforderungen erfüllt werden. Je nach der Widerstandsfähigkeit

der einzelnen Individuen werden sich dann die gemachten Fehler als Erkrankungen (Kopfweh u. s. w.) oder auch nur darin äussern, dass die Kinder matt und ohne Lust dem Unterricht folgen und ihren Lehrern und sich das Lehren resp. Lernen erschweren.

Bei einem Schulbau*) ist ganz besonders für eine freie gesunde Lage zu sorgen; neben dem Gebäude soll ein möglichst grosser Platz vorhanden sein, welchen die Kinder während der Pausen zu Spaziergängen, an schulfreien Nachmittagen, zur Ausführung von Turnspielen u. s. w. benützen können. In grösseren Städten sind in letzter Zeit während der Wintermonate die Schulhöfe in Schlittschuhlaufbahnen umgewandelt worden, wodurch einer grossen Zahl besonders ärmerer Schüler die willkommene Gelegenheit geboten wurde, sich in freien Stunden dieses für den Körper so heilsamen Vergnügens zu erfreuen.

In Städten wird es sich nicht vermeiden lassen, Schulen an verkehrsreiche Strassen und Plätze zu legen; dann muss aber die Strasse vor dem Schulhause in genügender Ausdehnung mit geräuschlosem Pflaster belegt werden, damit der Unterricht nicht gestört wird. Auch ist die Strasse in der Nähe des Schulhauses ganz besonders rein zu halten, damit die Kinder nicht mit dem Schuhwerk allzu viel Staub und Schmutz in die Schulzimmer hereinbringen. Sehr zweckmässig wäre auch die Anbringung der p. 217 angegebenen in den Fussboden eingelassenen Schuhreiniger, bei welchen die Kinder gewissermassen automatisch, während des Hinübergehens ihr Schuhwerk reinigen würden.

Die Grösse des Schulzimmers muss derart sein, dass bei richtiger Ventilation (zwei- bis dreifacher Luftwechsel in der Stunde) die Luft niemals so verschlechtert wird, dass der Kohlensäuregehalt der Luft 1 pro mille übersteigt. Diese Anforderung könnte bei jeder beliebigen Schülerzahl erfüllt werden, wenn nicht noch andere Punkte zu berücksichtigen

*) In Oesterreich sind die Bestimmungen über die Einrichtung der Schulhäuser der öffentlichen Volks- und Bürgerschulen und über die Gesundheitspflege in diesen Schulen durch einen Erlaß des Kultus-Ministers vom 9. Juni 1873 festgestellt.

wären. Es darf nämlich die Länge eines Schulzimmers ein gewisses Mass (etwa 10 m) nicht überschreiten, weil sonst der Lehrer die Schüler nicht mehr genügend beaufsichtigen kann, weil er seine Stimme zu sehr anstrengen müsste, um in dem übergrossen Raume verständlich zu sein und weil die Schüler, welche zu weit von der Wand entfernt werden, an welcher die Schultafel, Wandkarten u. s. w. angebracht sind, dem Unterricht zu folgen nicht imstande sind.

Auch die Breite des Schulzimmers muss eine beschränkte sein. Man hat zu berücksichtigen, dass zur Beleuchtung desselben fast ausschliesslich Tageslicht zu benützen ist, welches (ausser bei Oberlicht) nur von der linken Seite einfallen darf. Die Helligkeit ist dann von der Breite des Zimmers abhängig und es hat sich durch vielfache Erfahrungen herausgestellt, dass sie nicht mehr als 7 m betragen darf (s. auch unter Beleuchtung, wo Näheres über die an jedem Arbeitsplatz notwendige Lichtstärke und die Methoden, wie diese zu bestimmen, angegeben ist).

Die Höhe des Zimmers darf endlich 4 m nicht oder nur wenig übersteigen, weil es sich in zu hohen Zimmern schlecht spricht und auch die Heizung eine sehr schwierige ist.

Damit ist also die Grösse des Zimmers gegeben, da in bezug auf Länge, Breite und Höhe bestimmte, nicht zu überschreitende Grenzen gesetzt sind.

Ueber die Anzahl der Schüler, welche in einem Schulzimmer untergebracht werden sollen, sind in einzelnen Staaten Bestimmungen erlassen. Einschliesslich der Freiräume wird für jedes Kind ein Flächenraum von 0,6—0,81 qm gerechnet. Ueber die Sitzgrösse resp. Breite werden bei Besprechung der Schulbänke Zahlen angegeben werden.

Der auf jedes Kind fallende kubische Raum beträgt nach den vorhandenen Verordnungen in minimo 2,5—5 cbm je nach dem Alter des Schülers.

Jedes Schulzimmer ist mit künstlicher Ventilation zu versehen, weil auch ein sehr grosser Raum mit relativ wenig Schülern ohne Luftwechsel in kurzer Zeit zu einer lästigen, beziehungsweise für empfindliche Lehrer und Schüler schädlichen Luftverschlechterung führen würde. Die natürliche

Ventilation durch die Poren der Wände kann keinesfalls für die vorhandenen Bedürfnisse ausreichen. Die Benützung der Fenster zur Lüftung der Schulräume ist bei schlechtem Wetter und besonders im Winter unmöglich und bietet auch sonst mehrfache Nachteile.

Hier sei noch erwähnt, dass auch die besten Ventilationseinrichtungen für Erhaltung einer guten Luft allein nicht ausreichen; es ist vielmehr notwendig, dass die Schulzimmer möglichst oft — am besten täglich — durch nasses Aufwischen von dem Staub und Schmutz gereinigt werden, welchen die Schulkinder jeden Tag in das Schulzimmer hereinbringen. Dieser Schmutz und Staub bildet in trockenem Zustande bei der häufigen lebhaften Bewegung der Schulkinder die hauptsächlichste Veranlassung zur Verunreinigung der Luft des Schulzimmers. Ferner ist dafür zu sorgen, dass die Ueberkleider, Regenschirme u. s. w. nicht in dem Schulzimmer aufgehängt zu werden brauchen, weil sie, besonders in durchnässtem Zustande, zur Verschlechterung der Luft Veranlassung geben.

Im Uebrigen wird bezüglich der Ventilation und Heizung der Schulen auf die Kapitel Ventilation und Heizung verwiesen.

Wohl die am meisten beobachteten Schädlichkeiten rühren nicht von dem Aufenthalt in der Schule, sondern von der Beschäftigung her. Hiebei ist freilich zu bedenken, dass für die durch die Thätigkeit der Schulkinder entstehenden Schäden die Schule nicht allein verantwortlich gemacht werden kann, da die im schulpflichtigen Alter stehenden Kinder nicht nur in der Schule, sondern auch im Elternhause beschäftigt werden, wo die hygienischen Verhältnisse zumeist viel ungünstiger sind, als in den öffentlichen Schulen.

Die fraglichen Schädigungen werden vorzüglich durch das Lesen und das Schreiben hervorgerufen und beziehen sich auf das Auge und die Entwicklung des ganzen Körpers, besonders die der Wirbelsäule.

Dass das Auge durch den Schulbesuch oder, wie man sich vielleicht richtiger ausdrücken würde, während der Zeit

des Schullebens geschädigt wird, ist jetzt über allen Zweifel erhaben. Man wurde zuerst durch die Untersuchungen von Hermann Cohn auf die rapide Zunahme der Myopie in den Schulen aufmerksam. Nach seinen schon im Jahre 1867 veröffentlichten Zahlen waren unter 1486 Dorf- und 8574 Stadtkindern 83% emmetropisch (normaler Augenbau), 13% mit Refraktionsanomalieen (abnormer Augenbau) und 4% mit sonstigen Augenkrankheiten behaftet.

Myopische (Kurzsichtige) fand er in

5 Dorfschulen	1.4%
20 Elementarschulen	6.7%
2 höheren Töchterschulen	7.7%
2 Mittelschulen	10.3%
2 Realschulen	19.7%
2 Gymnasien	26.2%

Den Klassen nach waren Kurzsichtige in der

	I. Cl.	II. Cl.	III Cl.	IV. Cl.	V. Cl.	VI. Cl.
den Dorfschulen	1.4%	1.5%	2.6%	—	—	—
„ Elementarschulen	3.5%	9.8%	9.8%	—	—	—
„ Realschulen	9.0%	16.7%	19.2%	25.1%	26.4%	44.0%
„ Gymnasien	12.5%	18.2%	23.7%	31.0%	41.3%	55.8%

Aehnliche Feststellungen liegen heute in grosser Anzahl vor, alle zeigen dasselbe Resultat: eine rasche Zunahme der Kurzsichtigkeit während der Schulzeit.

Die Ursachen dieser rapiden Zunahme sind noch nicht absolut sicher festgestellt, man führt sie auf die Anstrengungen des Auges beim Schreiben und Lesen zurück.

Was das Lesen und Schreiben betrifft, so kommt zunächst die Beleuchtung in Betracht. Welche Anforderungen an diese zu stellen sind, ist auf pag. 269 näher auseinandergesetzt.

Bei Schulen wird es sich zumeist um natürliche Beleuchtung handeln. Möglichst breite und hohe Fenster müssen dem Licht Zutritt zu den Schulzimmern gestatten. Sie sollen bis nahe an die Decke reichen und das durch den oberen Teil des Fensters einfallende Licht darf nicht durch Gardinen oder Rouleaux abgehalten werden. Im allgemeinen wird die

Beleuchtung ausreichend sein, wenn die Fensterfläche 20% der Bodenfläche beträgt, besonders wenn das Licht nicht durch nahe dem Hause stehende Bäume oder Häuser abgehalten wird.

Gegen direkt einfallendes Sonnenlicht oder stark reflektierende Wände muss das Auge durch mattgraue Vorhänge (ungebleichte Leinwand) geschützt werden.

Was die Lage der Schulzimmer anlangt, so wird die reine Südseite empfohlen, weil dann die Beleuchtung der Zimmer eine ausgiebige ist und sonnige Räume auf das Auge und das Gemüt namentlich ärmerer Kinder, welche oft in den elendesten Wohnräumen untergebracht sind, einen wohlthuenden Einfluss ausüben. Auch die bakterientötende Kraft der Sonnenstrahlen darf nicht unterschätzt werden. Andrerseits ist bei reiner Südlage und mehr noch bei Ost- und Westlage (Nachmittags) eine gleichmässige, nicht blendende Beleuchtung des Schulraumes schwer durchzuführen, meist nur bei Verwendung der oben erwähnten Vorhänge, die aber gewöhnlich bald sehr schmutzig werden und dann das Licht nicht mehr hindurchlassen, ferner an Tagen mit wechselnder Beleuchtung oft hinaufgezogen und herabgelassen werden müssen, wodurch der Unterricht Störungen erleidet. An dunkeln Tagen verhindern die hinaufgezogenen Vorhänge den Durchtritt des Lichts gerade durch den oberen Teil der Fenster, welcher für die Beleuchtung des Zimmers der wichtigste ist.

Beim Druck der Schulbücher ist zu berücksichtigen:

1. die Höhe und Breite der Buchstaben,

2. die Approche, Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Buchstaben,

3. die Interlignage (der Durchschuss), der Zwischenraum zwischen zwei Zeilen.

Die gebräuchlichsten hier in betracht kommenden Druckarten sind:

Schriftgrade	Fraktur	Schwabacher	Antiqua	Cursiv	Höhe der Buchstaben (n)
Nonpareille	Schule	Schule	Schule	*Schule*	etwa 1.0 mm
Petit	Schule	Schule	Schule	*Schule*	1.25 „
Corpus	Schule	Schule	Schule	*Schule*	1.50 „
Cicero	Schule	Schule	Schule	*Schule*	1.75 „

Der Druck für Schüler niederer Klassen soll Buchstaben haben, deren Höhe 1,75 mm, deren Breite 0,25 mm beträgt. Für höhere Klassen genügt eine Buchstabenhöhe von 1,5 mm. Die Approche sei 0,5 mm.

Wie günstig eine weitere Approche auf die Lesbarkeit eines Druckes einwirkt, ist aus diesen »gesperrt« gedruckten Zeilen ersichtlich, zu welchen zwar dieselben Buchstaben, aber eine grössere Approche gewählt wurde.

Noch deutlicher und leichter lesbar wird der Druck, wenn der Durchschuss, die Interlignage eine grössere, wie an diesen Zeilen zu erkennen ist.

Die Breite einer Zeile sei höchstens 10 cm; je schmäler dieselbe, um so leichter ist das Ueberspringen auf die nächste Zeile.*)

Der Druck muss scharf und deutlich sein, das bedruckte Papier soll eine schwach gelbliche Farbe haben und so stark sein, dass der Druck auf der anderen Seite nicht durchscheint (in minimo 0,075 mm).

---

*) Der Druck dieses Buches hat eine

Buchstabenhöhe	von	etwa	1,6	mm
Approche	„	„	0,5—0,75	„
Interlignage	„	„	3,0	„
Zeilenbreite	„	„	105	„

Grösser noch sind die Anstrengungen und eventuell auch die Schädigungen des Auges beim Schreiben, da hier das Auge nicht nur die gegebenen Bilder zu erkennen braucht, sondern die Form der entstehenden Buchstaben fortgesetzt zu kontrollieren hat. Die Schäden für das Auge sollen nach der Art des Schreibens verschieden sein und zwar hat man verschiedene Lagen des Heftes und verschiedene Schriftarten zu unterscheiden.

Es gibt eine Mittellage und eine Rechtslage; bei der ersteren liegt das Heft (genau genommen die Mitte des Heftes) vor der Mitte des Körpers, bei der letzteren rechts von dieser. Es gibt dann weiter eine gerade (richtiger wäre frontale) Heftlage, bei welcher dieses dem unteren Tischrande parallel liegt und eine schräge, wenn der untere Heftrand nach links gedreht ist. Bei gerader Mittellage ist nur eine Schrift mit senkrecht stehenden Buchstaben möglich, d. h. leicht ausführbar, die Steilschrift, während bei schräger Mittellage oder schräger Rechtslage eine sich nach rechts neigende Schrift, rechtsschiefe Schrift, Schrägschrift geschrieben wird.

Es haben nun diesbezügliche Untersuchungen ergeben, dass die Brechung der beiden Augen nicht immer die gleiche ist (Anisometropie), dass vielmehr das rechte Auge häufig das stärker brechende ist und dass diese Differenz mit den Schuljahren wächst. Es hat sich ferner gezeigt, dass Verkrümmungen der Wirbelsäule nach links vorkommen. Beide Schädigungen sollen durch das Schreiben, Schiefschrift bei Rechtslage des Heftes, bedingt werden.

Eine Einigkeit über die hier in Betracht kommenden Fragen ist bei den Augenärzten resp. Schulhygienikern noch nicht vorhanden, nur das wird allgemein zugegeben, dass eine Rechtslage und Schräglage des Heftes nachteilig sind; die schräge Mittellage hat noch einzelne Anhänger.

Die Steilschrift, welche erst um die Reformationszeit, als mehr und schneller geschrieben wurde, aufgegeben wurde — im Altertum und Mittelalter wurde nur steil geschrieben —, wird vom pädagogischen und hygienischen Standpunkt am wärmsten und meisten empfohlen. Vom pädagogischen, weil

sie leichter zu erlernen ist und weil steil schreibende Kinder besser zu beaufsichtigen sind. Der Lehrer braucht, weil die steilschreibenden Kinder einen besseren Sitz haben, die Kinder nicht so häufig ihres schlechten Sitzes wegen zu ermahnen, was natürlich für den Unterricht von Vorteil ist.

Vom hygienischen Standpunkt wird die Steilschrift ebenfalls des besseren Sitzens wegen empfohlen, weil die zahlreichen in verschiedenen Städten gemachten Erfahrungen den Beweis geliefert haben, dass steil schreibende Kinder zumeist besser sitzen als schräg schreibende, was auf die Augen und die Körperhaltung von günstigem Einfluss sein muss. Auch bei den nicht unter Aufsicht des Lehrers, sondern im Hause gemachten Schulaufgaben, kann man, wenn sie in Steilschrift ausgeführt werden, zumeist annehmen, dass das Kind bei der Arbeit die richtige Haltung gehabt hat.

Es scheinen übrigens auch die Resultate der ärztlichen Untersuchungen, welche an Parallelklassen mit steil- und schrägschreibenden Kindern unter Berücksichtigung des Schiefwuchs und der Kurzsichtigkeit ausgeführt wurden, für die Einführung der Steilschrift in niederen und höheren Schulen zu sprechen.

Von besonderer Wichtigkeit zur Verhinderung gesundheitlicher Schäden ist ferner die richtige Konstruktion der Subsellien.

Man hat bei einer Schulbank hauptsächlich zu berücksichtigen:

Höhe und Breite der Bank,
Höhe der Lehne,
horizontale und vertikale Entfernung des Tisches von der Bank.

Die Höhe der Bank (Entfernung vom Fussboden) ist abhängig von der Länge des Unterschenkels; bei aufliegendem Oberschenkel muss der Fuss auf dem Boden zu stehen kommen. Ist die Bank zu hoch, so wird der Fuss nicht den Boden erreichen, der Unterschenkel muss schweben und wird dadurch zu leicht ermüden; ist die Bank zu niedrig, so kann sich der Oberschenkel nicht seiner ganzen Länge nach auf die Bank auflegen.

Die *Breite der Bank* muss der Länge des Oberschenkels entsprechen, damit dieser seiner ganzen Länge nach aufliegen kann, wenn sich der Rücken an die Lehne anlehnt (Fig. 167).

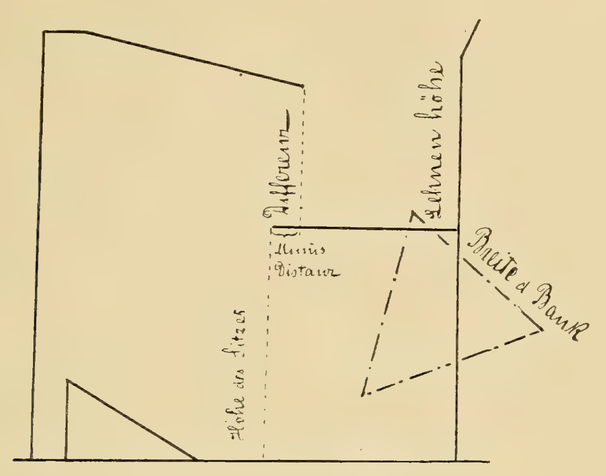


Fig. 167. Schema einer Schulbank.

Die *Banklehne* muss nach dem Rücken geformt sein und die Lenden- und Brustwirbelsäule unterstützen. Eine Kreuzlehne allein gibt der Wirbelsäule, besonders beim Lesen nicht den notwendigen Halt.

Die *horizontale Entfernung* des Tisches von der Bank, also der Abstand der *hinteren Tisch-* von der *vorderen Bankkante* wird *Distanz* genannt. Bei normalem Sitzen (Fig. 168), wenn der Rücken sich an die Lehne anlegt und der Oberschenkel seiner ganzen Länge nach auf der Bank aufruht, muss die hintere Tischkante über die vordere Bankkante nach hinten zu überragen — *Minusdistanz*. Andernfalls, wenn eine positive horizontale Entfernung zwischen Tisch und Bank vorhanden ist (*Plusdistanz*), wie dies bei den älteren Schulbänken der Fall war, kann sich der Rücken beim Schreiben der Lehne nicht bedienen (Fig. 169). Die Wirbelsäule wird nach vorn gebogen und kann dem Kopf nicht die nötige Stütze gewähren, der Kopf sinkt zu weit nach vorn, das Auge wird dem Heft zu stark ge-

nähert. Eine Verkrümmung der Wirbelsäule und eine Ueberanstrengung des Auges sind eine notwendige Folge derartig falsch konstruierter Subsellien mit Plusdistanz.

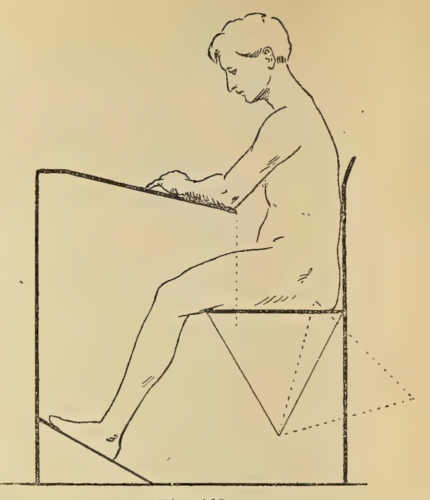


Fig. 168.
Normaler Sitz bei richtig konstruierter Schulbank.

Da nun zum Schreiben Minusdistanz absolut notwendig ist, während andrerseits die Schüler bei Minusdistanz nicht aufstehen, d. h. beim Aufstehen nicht gerade stehen können, müssen die Sitze, beweglich eingerichtet werden, am zweckmässigsten so, dass (Fig. 168) beim Aufstehen der Sitz nach hinten klappt, beim Sitzen aber durch die Schwere des Körpers wieder nach vorn gebracht wird. Sehr einfach ist auch eine neuerdings angegebene Konstruktion, bei welcher die Sitzplatte der Länge nach in zwei durch starke Leinewand charnierartig verbundene Hälften geteilt ist. Beim Sitzen bilden beide Hälften eine horizontale Ebene mit Minusdistanz; beim Aufstehen werden die beiden Hälften durch den Druck der Kniekehle wie ein spitzes Dach aufgerichtet und damit eine positive Distanz hergestellt. Störende Geräusche und Einklemmen von Kleidern oder Körperteilen sind bei dieser wie bei der vorerwähnten (Fig. 168) Schulbank nicht zu befürchten. Zur Herstellung der Plusdistanz sind auch Subsellien ausgeführt worden, bei denen der ganze Sitz (Einzelsitz oder auch die ganze zweisitzige Bank) rückwärts verschiebbar sind, oder bei denen die



Fig. 169.
Schlechter Sitz bei Schulbank mit Plusdistanz.

Tischplatte zusammengeklappt werden kann. Keine dieser Konstruktionen ist so einfach und praktisch wie die vorher erwähnten.

Die vertikale Entfernung (Differenz) des Tisches von der Bank muss ebenfalls der Grösse des Schülers entsprechen und zwar soll sie etwas grösser sein, als der Abstand der Ellbogen vom Sitz. Ist die Differenz zu gross, so wird die Tischplatte dem Auge übermässig genähert, der Schüler muss ferner die Arme zu stark heben, oder er lässt, da ihn dies anstrengen würde (Fig. 170), den linken Arm sinken und stützt nur den rechten auf die Tischplatte, der Sitz wird ein schiefer, die Verkrümmung der Wirbelsäule begünstigt; ist die Differenz zu klein, so muss sich der Schüler nach vorn bücken, Kopf und Oberkörper sinken nach vorn.

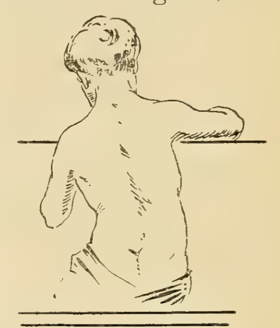


Fig. 170.
Schlechter Sitz bei übergrosser Differenz.

Die Tischplatte zerfällt in zwei Teile; der rückwärtige, dem Schüler zugewandte Teil ist schwach geneigt, wodurch der Arm bei den Schreibbewegungen und auch das Auge weniger angestrengt wird; der vordere, bedeutend schmälere Teil ist horizontal, damit auf ihm die Schreibmaterialien u. s. w. ohne herabzugleiten, Platz finden.

Wie aus dem Vorigen ersichtlich ist, kann eine Schulbank immer nur für eine bestimmte Schülergrösse passen, es müssen daher für die verschiedenen Grössen verschiedene Bänke konstruiert werden. Man kommt mit 6 Grössen gut aus und stellen sich dann die einzelnen Masse (nach Remboldt) wie folgt:

	I	II	III	IV	V	VI
Schülergrösse . .	115	125	135	145	155	165
Bankreihe . . .	23 (21)*)	25 (23)	27 (25)	25 (27)	31 (25)	25 (33)
Bankhöhe . . .	33	36	39	41	44	47
Differenz . . .	20 (21)	21 (23)	23 (25)	25 (27)	26 (25)	28 (31)
Minusdistanz . .	4	4	5	5	5	6
Höhe der Lehne .	29	31	34	36	39	41
Banklänge für jeden Schüler	48	52	56	58	60	65

*) Die in Klammern beigefügten Zahlen betreffen Mädchen; die dickere Kleidung derselben bedingt die kleinen Differenzen.

Am Beginn des Schuljahres hat deshalb der Lehrer die Schüler zu messen und die für sie passenden Schulbänke auszuwählen.

Von besonderer Wichtigkeit ist es, dass die Schulbänke so konstruiert sind, dass sie die häufige Reinigung der Schulzimmer leicht ausführbar machen, wie dies bei der von W. Rettig angegebenen, umklappbaren Bank der Fall ist.

Zur Durchführung der als richtig anerkannten schulhygienischen Vorschriften hat man die Einsetzung von Schulärzten vorgeschlagen, welchen eine ständige Beaufsichtigung der Schulen und der sie besuchenden Schüler obliegen soll. Es ist zweifellos, dass ihr Wirken ein segensreiches sein kann und wird, namentlich wenn noch manche schulhygienische Fragen mehr geklärt sein werden und wenn die hygienische Durchbildung der Aerzte eine vollkommenere sein wird als bisher.

Noch wichtiger wäre es, das Interesse der Lehrer für alle schulhygienischen Fragen zu erwecken. Ein in dieser Beziehung gut ausgebildeter Lehrer könnte und würde für die richtige Durchführung der Schulhygiene noch förderlicher sein als ein Schularzt, da sein steter Aufenthalt in der Schule, die ununterbrochene Beobachtung der Schulräume, sowie der Schüler ihn am ehesten befähigt, einen ungünstigen Einfluss der ersteren auf die letzteren zu bemerken, abzustellen oder dessen Abstellung zu beantragen.

Die körperliche Ausbildung der Jugend.

Es ist eine leider immer noch zu weit verbreitete irrige Anschauung, dass die geistige Ausbildung der Jugend, das Einstudieren einer gewissen Summe von Kenntnissen und Fertigkeiten die alleinige Aufgabe der Schule zu bilden habe und es muss die Bekämpfung dieser Auffassung im Interesse des körperlichen und geistigen Wohles der heranwachsenden Jugend als von höchster Bedeutung bezeichnet werden. Der grösste Teil der die Schule besuchenden Jugend lebt unter Verhältnissen, welche es als durchaus notwendig erheischen, dass auch die Schule sich der körperlichen Erziehung der ihr anvertrauten Schüler annimmt. Die meisten Eltern sind wegen

Mangel an Zeit, Mitteln und Verständnis nicht in der Lage, ihren Kindern die notwendige körperliche Ausbildung zu bieten und es liegt daher dem Staate die Pflicht ob, diese Aufgabe dem Elternhause bis zu einem gewissen Grade abzunehmen und seine Schulen so zu gestalten, dass mit der Schulung der geistigen Kräfte und Anlagen die gesunde Entwicklung und Kräftigung des Körpers gleichen Schritt halte, weil sonst die erstere bei Vernachlässigung der letzteren in Mitleidenschaft gezogen wird.

Die beiden letzten Jahrzehnte haben in dieser Hinsicht die frühere einseitige Auffassung von den Aufgaben der Schule erfolgreich bekämpft. In Deutschland war es besonders der Erlass des Kultusministers v. Gossler (27. X. 82), in Oesterreich der Erlass des Kultusministers v. Gautsch (15. IX. 90) welcher die Bedeutung der Leibesübungen und Jugendspiele als ein notwendiges und gleichberechtigtes Mittel zur allseitigen Ausbildung der Jugend betonten und eine allgemeinere Einführung geeigneter körperlicher Uebungen unter günstigen äusseren Verhältnissen zur Folge hatten.

Bemerkt sei übrigens, dass diese Bestrebungen, welche im Altertum bei Griechen und Römern, auch bei den alten Germanen in hoher Entwicklung standen, schon durch Guts-Muts 1784, F. L. Jahn 1811 und A. Spiess neu angeregt wurden, aus politischen Rücksichten jedoch in dem zweiten Viertel des Jahrhunderts unterdrückt wurden. Das Schulturnen, wie es später, zum Teil jetzt noch gehandhabt wird, bei welchem einseitige Körperübungen in oft äusserst ungünstigen, dunklen, staubigen, unsauberen Turnhallen, in einer die Schüler nicht anregenden, sondern sie abstossenden Weise ausgeführt werden, konnte den beabsichtigten Zweck nicht erfüllen.

Dies kann nur geschehen, wenn die Art des Unterrichts und der Ort, an welchem er erteilt wird, gewissen Anforderungen genügen. Die körperliche Ausbildung der Jugend darf sich daher nicht nur auf die Durchführung einzelner Uebungen am Reck oder Barren, mit Hanteln oder Stangen beschränken, die besonders dann die beabsichtigte Wirkung nicht erzielen, wenn sie von Turnlehrern geleitet werden, welche das Turnen als einen trockenen Lehrgegenstand behandeln, dessen Stoff

den Schülern in derselben Weise wie lateinische und griechische Sprache gelehrt werden muss. Ein derartiger Unterricht ist für Lehrer und Schüler ebenso unerquicklich, wie das Einpauken gewisser Kenntnisse.

Die Ausbildung der Jugend in körperlichen Uebungen soll vielmehr anregen, die Ausdauer üben, den Körper abhärten, eine harmonische Entwickelung des gesamten Körpers anstreben.

Dies wird nun am ehesten durch die in neuerer Zeit die verdiente Beachtung findenden „Turnspiele“ erreicht, von denen schon Jahn sagte, dass sich in ihnen Arbeit mit Lust, Ernst und Jubel paart. Bei diesen ist es nötig „im rechten Augenblick voll und ganz für seine Partei in die Handlung einzutreten, rasch zuzugreifen, zuzustossen oder auszuweichen, dort gilt es, schnell zu fangen oder schnell und sicher zu werfen, hier heisst es weiterzulaufen im schnellen Fluge, dort die Reihen der Gegner kühn zu durchbrechen. Das alles fordert Aufmerksamkeit, Geschick, Entschlossenheit, Geistesgegenwart, Thatkraft, Mut, Ausdauer — Eigenschaften, die mit einem festen Willen durch Uebung zu erringen sind.“ (Hermann.) Die Zahl der hieher gehörigen Spiele — meist sind es Ballspiele — ist eine sehr grosse. Sie erfordern vor allem einen geeigneten Spielplatz, welcher sich in der Nähe des Wohnortes der Schüler befinden muss und nicht zu klein (50 : 80 m), trocken, staubfrei, schattig gelegen sein soll. Der Platz kann im Winter zur Einrichtung einer Schlittschuhbahn benützt werden.

Da die Uebung der „Jugendspiele“ im Freien nur während des kleineren Teiles des Jahres möglich ist, muss während der übrigen Zeit durch die Turnübungen ein passender Ersatz geboten werden. Auch sie werden ihren Zweck erfüllen, wenn sie verständig geleitet werden, besonders aber wenn die Möglichkeit besteht, den Turnunterricht in Hallen zu erteilen, welche berechtigten hygienischen Anforderungen genügen. Die Turnhallen sollen hell, mit einer gut funktionierenden Heizung und Ventilation versehen sein und stets in reinem Zustande erhalten werden. Genügend grosse, heiz- und ventilierbare Garderobenräume müssen bei jeder Turnhalle vorhanden sein.

So sehr nun auch die körperliche Durchbildung der Jugend anzustreben ist, so dringend muss vor einer Uebertreibung von Kraftübungen jeglicher Art im jugendlichen Alter gewarnt werden. Als eine solche muss im Gegensatz zum Turnen und der diesem nahestehenden Jugendspielbewegung der von England ausgegangene sportliche Betrieb von Leibesübungen bezeichnet werden. Der „Sport" trachtet durch vollste Ausnützung von Kraft und Ausdauer nach einer bestimmten Richtung „Höchstleistungen" und damit Siege zu erringen. Nicht die gleichmässige körperliche Ausbildung als Gegengewicht gegen die vorwiegend sitzende Lebensweise, sondern das Erreichen von „Meisterschaften" ist das Ziel des Sports. Dass hierbei nicht selten einzelne Organe, insbesondere das Herz, überanstrengt werden und Schaden leiden müssen, ist leicht verständlich.

Der sportliche Betrieb von Leibesübungen, welcher in erster Linie durch die Sucht, Aufsehen zu erregen, so vielfache Verbreitung gefunden hat, muss daher vom hygienischen Standpunkte als Leben und Gesundheit gefährdend bezeichnet und vor allem bei der heranwachsenden Jugend bekämpft werden.

Litteratur: Remboldt, „Schulgesundheitspflege"; Eulenburg und Bach „Schulgesundheitslehre"; Burgerstein und Netolitzki, Schulhygiene im Hdb. d. Hyg. v. Weyl.

Die Ernährung.

Es ist in der Einleitung betont worden, dass das Ziel der Hygiene nicht nur in der Verhütung von Krankheiten besteht, sondern dass sie auch bestrebt sein muss, den Organismus des Menschen möglichst widerstandsfähig zu machen, damit er den nie ausbleibenden, nie ganz zu vermeidenden Gefahren erfolgreich trotzen kann. In dem Streben nach diesem Ziel spielt die richtige Ernährung des Menschen eine sehr wichtige Rolle.

Wie die Hygiene erst eine sehr junge Wissenschaft, so auch der zu ihr gehörige Teil, welcher sich mit der Ernährung des Menschen beschäftigt. Erst durch die bahnbrechenden Untersuchungen Carl von Voits ist auf diesem Gebiet Klarheit geschaffen worden. Voit hat die Ernährung nicht nur vom physiologischen Standpunkt aus erfolgreich bearbeitet, sondern auch soweit sie hygienisches Interesse beansprucht. Was wir über die Bedeutung der verschiedenen Nahrungsstoffe, die Zusammensetzung einer guten Kost, die Massenverpflegung u. s. f. wissen, ist zum bei weitem grössten Teile das Resultat der Arbeiten Voits und seiner Schule.

Die Aufgabe der Ernährung ist es, dem Körper eine ausreichende, zusagende und unschädliche Nahrung zuzuführen.

Ausreichend ist die Nahrung, wenn sie alles enthält, was der Körper des Erwachsenen zu seiner Erhaltung in leistungsfähigem Zustande, der kindliche Organismus zu seiner Entwickelung, der Kranke zur Wiederherstellung der in gesunden Tagen vorhanden gewesenen Körperbeschaffenheit gebraucht.

Die gemischte Nahrung, wie sie der Mensch gewöhnlich geniesst, besteht aus verschiedenen Nahrungsmitteln und Getränken, welche zunächst alle die Elemente enthalten müssen, welche im Körper vorhanden sind. Es sind dies Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Chlor, Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Eisen. Fehlt auch nur eins in der Nahrung, so ist die weitere Existenz nicht mehr möglich. Die Zufuhr der isolierten Elemente genügt aber noch nicht. Der Körper kann sie im allgemeinen ebensowenig verwerten, wie die einfach zusammengesetzten anorganischen Verbindungen, Kohlensäure, Ammoniak, Salpetersäure u. s. w., aus welchen die Pflanze sich aufzubauen und die höher konstituierten Eiweisskörper, Cellulose u. s. w. zu bilden vermag.

Zur Erhaltung des Organismus sind deshalb ausser Wasser und den in der Asche der verschiedenen Organe enthaltenen Salzen noch hoch konstituierte Verbindungen nötig, die Eiweisskörper, Fette und Kohlehydrate, bei deren Zerfall die dem Organismus nötigen Kräfte frei werden. Man nennt alle diese Verbindungen Nahrungsstoffe und versteht darunter (nach Voit) jeden Stoff, welcher imstande ist, einen zur Zusammensetzung des Organismus notwendigen Stoff zum Ansatz zu bringen, oder dessen Abgabe zu verhüten oder zu vermindern.

Zur Ernährung genügt ein einziger Nahrungsstoff nicht, es müssen vielmehr stets mehrere zugeführt werden und zwar so viele und in solcher Menge, als zum Ersatz der verbrauchten und aus dem Körper ausgeschiedenen notwendig sind. Jeder Nahrungsstoff, der dies thut, ist nahrhaft, ganz gleichgiltig, was und wie viel er leistet und was er kostet. Das Wasser ist ebenso nahrhaft wie das Eiweiss und dieses wieder ebenso nahrhaft wie das Fett.

Die Nahrungsstoffe werden in den Nahrungsmitteln, gewöhnlich zu mehreren vereint, aufgenommen. Die Nahrung ist schliesslich ein Gemisch von Nahrungsmitteln, derart zusammengestellt, dass bei ihrem Genuss der

Körper auf seinem stofflichen Bestande erhalten oder in einen gewünschten stofflichen Zustand versetzt wird.

Die Bedeutung der einzelnen Nahrungsstoffe

zu würdigen, ist im allgemeinen Aufgabe der Physiologie. Die Hygiene hat nur insofern auf diese Rücksicht zu nehmen, als es bei der Zusammensetzung einer allen Ansprüchen genügenden Nahrung nötig ist.

Anorganische Nahrungsstoffe,

Wasser und Salze (Aschebestandteile) müssen dem Organismus zugeführt werden, soweit dies zum Ersatz der ausgeschiedenen Mengen notwendig ist. Diese Nahrungsstoffe haben sonst keine weitere Bedeutung für den Organismus, d. h. es kann durch ihre Aufnahme Kraft und Wärme nicht erzeugt werden.

Dies vermögen nur die

Organische Nahrungsstoffe,

die Eiweisskörper, die Fette und Kohlehydrate, deren Energievorräte die einzige, ausschliessliche Wärmequelle des Warmblüters sind.

Die Zufuhr von Eiweisskörpern ist für den Körper Existenzbedingung. Das Eiweiss ist nächst dem Wasser der Hauptbestandteil der Muskeln. Es kann im Körper nur zum Ansatz kommen, die Muskulatur kann sich nur bilden und stärker werden, wenn der Körper Eiweiss erhält.

Das Eiweiss ist im Körper nach Voits anschaulichem Bilde in zweierlei Art anwesend. Die Hauptmasse befindet sich in organischen Zellen fester gebunden, Voits „Organ-Eiweiss", während der kleinere Teil, aus der Blutbahn kommend, in den intermediären Säftestrom übertritt und die Zellen umspült und durchdringt, Voits „Cirkulationseiweiss".

Das letzere zersetzt sich unter dem Einfluss der Zellen. Ist es in reichlicher Menge vorhanden, so können die vorhandenen Zellen aus ihm neue bilden, ist nur wenig da (Hunger), so schmilzt Organ-Eiweiss in Cirkulationseinweiss um.

Die Zersetzung und damit der Verbrauch von Eiweiss ist von drei Faktoren abhängig, erstens der Menge des vorhandenen Organeiweiss, zweitens der Menge des cirkulierenden Eiweiss, welche mit grösserer Eiweisszufuhr ansteigt, und drittens von der Menge der übrigen dem Körper zugeführten Stoffe, den sogenannten Eiweissschützern. Zu diesen gehören vor allem Peptone und Leim, ferner die Fette und Kohlehydrate, welche, wenn in genügender Menge vorhanden, den Zerfall des Organeiweiss verhindern oder auch Ansatz von Organeiweiss aus dem cirkulierenden Eiweiss unterstützen können.

Eine gewisse Menge Eiweiss muss jedoch auch bei reichlichster Aufnahme von Eiweissschützern dem Organismus zugeführt werden, da stets Eiweiss zerfällt und dieses nur von Eiweiss ersetzt werden kann. Dagegen ist der Körper (des Fleischfressers) im Stande, bei genügender Zufuhr von Eiweiss auszukommen; er ist auf Fett und Kohlehydrat nicht angewiesen.

Der Körper besteht zu ungefähr 22% seiner Trockensubstanz aus Eiweiss.

Eiweiss ist in den pflanzlichen Nahrungsmitteln (Pflanzenkaseïn-Legumin, Conglutin, Glutenkaseïn, Glutenfibrin u. s. w.) und in den animalischen, besonders als Syntonin (Muskelfleisch, im frischen Muskel (Myosin), Albumin (Ei) und Kaseïn (Milch) enthalten; pflanzliches wie animalisches Eiweiss sind in ihrer Wirkung auf den Organismus ziemlich gleich.

Die Fette

liefern einen Teil der vom Körper zu leistenden Arbeit und der zu produzierenden Wärme. Der Ueberschuss kann zum Ansatz kommen. Das Körperfett kann auch aus anderen organischen Nahrungsstoffen, Eiweiss und Kohlehydraten, gebildet werden.

Fett ist im gut genährten Körper in noch grösserer Menge enthalten als Eiweiss und zwar sind es etwa 45% der Trockensubstanz. Es wird gewöhnlich als Neutralfett (Oleïn, Palmitin, Stearin u. s. w.) aufgenommen, Verbindungen von Glycerin mit verschiedenen Fettsäuren. Fette finden

sich weiterhin in Nahrungsmitteln, wenn auch in sehr schwankender Menge vor. (S. die nachfolgende Tabelle.)

Die Kohlehydrate

spielen nahezu dieselbe Rolle im Organismus wie die Fette. Durch ihren Zerfall wird Wärme gebildet und Arbeit geleistet. Sie schützen, da sie sehr leicht angreifbar sind und immer zuletzt angegriffen werden, das im Körper vorhandene Fett und Eiweiss und können auch direkt synthetisch zum Ansatz von Fett führen.

Im Organismus sind Kohlehydrate nur in geringen Mengen abgelagert und zwar als Glykogen, Traubenzucker und Milchzucker.

Die Kohlehydrate werden hauptsächlich mit den vegetabilischen Nahrungsmitteln aufgenommen, deren Hauptbestandteil sie bilden. Bei den animalischen Nahrungsmitteln kommt nur der in der Milch enthaltene Milchzucker in Betracht. Die wichtigsten Vertreter der Kohlehydrate sind das Stärkemehl, die verschiedenen Zuckerarten, Rohrzucker, Traubenzucker, Milchzucker, dann Dextrin und schliesslich das verbreitetste Kohlehydrat, die Celloluse.

Zu den organischen Nahrungsstoffen zählt man schliesslich noch den

Alkohol.

Er wird zum grossen Teil im Körper verbrannt; der Rest wird unverändert mit dem Harn und durch Haut und Lungen ausgeschieden. Eine Bedeutung in dem Sinne, dass bei Genuss von Alkohol andere Nahrungsstoffe erspart werden, kommt ihm, wenn er in mässigen Mengen genossen wird, vielleicht gar nicht zu. Da er ja auch nicht, um zu ernähren, sondern wegen seiner Nebenwirkungen getrunken wird und überdies die alkoholischen Getränke sehr teuer sind, (s. auch unter Trunksucht), ist er richtiger den Genussmitteln zuzurechnen.

Nahrungsaequivalente.

Wie im Vorhergehenden auseinandergesetzt wurde, können sich einzelne organische Nahrungsstoffe gegenseitig vertreten.

So vermag Eiweis für Fett und Kohlehydrate, Fett für die Kohlehydrate und umgekehrt die Kohlehydrate für Fett einzutreten.

Die Leistungen gleicher Mengen der verschiedenen Nahrungsstoffe sind jedoch nicht gleichwertig. Ein Gramm Eiweiss erzeugt nicht ebensoviel lebendige Kraft (Wärme, Muskelbewegung u. s. w.) als 1 gr Fett und 1 gr Fett wieder eine andere Menge als 1 gr eines Kohlehydrats.

Die Nahrungsaequivalente vertreten sich vielmehr nach ihrem physiologischen, calorischen Nutzeffekt, d. h. nach der Wärmemenge, welche sie im Körper bei ihrer Zersetzung (Verbrennung) bilden.

Die diesbezüglichen Untersuchungen von Rubner haben ergeben, dass folgende Gewichtsmengen (Trockensubstanz) der einzelnen Nahrungsstoffe mit 100 gr Fett „isodynam" sind:

Stärke	223 gr	Milchzucker . . .	243 gr
Rohrzucker	235 „	Traubenzucker . .	255 „
Muskelfleisch (Eiweiss)	235 „		

Unter weiterer Erwägung der bei der Ernährung vorliegenden Verhältnisse kommt Rubner zu dem Resultat, dass in der sogenannten *gemischten* (aus animalischen und vegetabilischen Nahrungsmitteln bestehenden) *Kost*, wie sie vom Menschen aufgenommen wird,

pro 1 gr *Eiweiss*	4.1 *Cal.*
„ 1 „ *Fett*	9.1 „
„ 1 „ *Kohlehydrat*	4.1 „

als Wärmewert einzusetzen ist, dass somit 1 gr *Fett* = 2.27 gr *Eiweiss oder Kohlehydrat isodynam ist.*

Neben den *Nahrungsstoffen* muss eine Nahrung noch

Genuss- und Gewürzmittel

enthalten. Durch sie wird die Nahrung überhaupt erst geniessbar.

Ihre Wirkung im Organismus wird am ehesten verständlich, wenn man sie mit der Schmiere einer Maschine vergleicht. Die Maschine läuft besser, wenn sie gut geschmiert wird; die Schmiere macht jedoch die Heizung der Maschine keineswegs überflüssig.

Man verglich die Wirkung der Genussmittel weiterhin mit der eines Peitschenschlags. Der Schlag der Peitsche spornt das ermattete Tier zu neuer Arbeit an und lässt es den Wagen wieder weiterziehen; eine Zufuhr von Kraft ist jedoch durch den Peitschenschlag nicht erfolgt.

Die Genussmittel, besonders die Alkaloïde enthaltenden, vermögen nämlich auf das Centralnervensystem einzuwirken, den Menschen zu erfrischen, zu ermuntern und den scheinbar kraftlos gewordenen Organismus zu neuer Arbeit zu veranlassen, ohne dass sie selbst in berücksichtigenswerter Menge Nahrungstoffe zuführen, welche dem Körper neue Kraft geben könnten. Hierher gehören Kaffee, Thee, Cacao, Tabak, Alkohol u. s. w.

Zu den Genussmitteln sind nun nicht allein bestimmte Speisen und besonders Getränke (Kaffee, Thee, Alkoholica) u. s. w., sondern auch die Stoffe zu rechnen, welche den Speisen ihren eigentümlichen Geruch und Geschmack verleihen.

Die Wirkung dieser Genussmittel im Organismus ist eine verschiedene.

Erstens machen sie die Speisen geniessbar, erwecken den Appetit und tragen dazu bei, dass die Nahrung in gehöriger Menge aufgenommen wird. Eine Nahrung, die ganz frei ist von Genussmitteln, also rein dargestelltes Eiweiss, Fett und Kohlehydrate, könnten wir nicht zu uns nehmen.

Weiterhin üben die Genussmittel auf die Verdauung einen direkten Einfluss aus, indem sie die Thätigkeit der die Verdauungssäfte bildenden Drüsen beeinflussen. Beim wohlthuenden Geruch einer Speise wird der Speichel abgesondert, „das Wasser läuft uns im Munde zusammen“, es wird weiterhin Magensaft gebildet, was man zwar nicht direkt an sich beobachten, wohl aber bei Hunden sehen kann, welche eine sogenannte Magenfistel, einen die Bauchdecken durchbohrenden, in den Magen mündenden Kanal besitzen. Setzt man solchen Hunden frisches Fleisch vor, so kann man sofort die Ausscheidung des Magensaftes bemerken.

Die Genussmittel reizen somit direkt die Schleimhäute und veranlassen die Absonderung der Verdauungssäfte. Deshalb ist es für Kranke zweckmässig, Bouillon zu geniessen,

welche nur als Genussmittel wirkt und die Verdauungsthätigkeit des geschwächten Magens anregt. Nahrungsstoffe sind in der Fleischbrühe nur in ganz geringen Mengen vorhanden, sie vermag daher nicht zu ernähren, sondern nur den Verdauungsapparat für die Wiederaufnahme seiner Funktionen vorzubereiten.

Qualitativ sind also zur Ernährung Nahrungsstoffe und Genussmittel notwendig; erstere geben demselben das Material, mit welchem sich der Körper auf seinem stofflichen Bestande erhält, letztere regen zum Genuss, zur schnelleren Resorption, vielleicht auch zur besseren „Ausnützung" der Nahrung und zur Leistung der zugemuteten Arbeit an.

Die Nahrungsmenge,

welche gegeben werden muss, damit sich der Körper im Gleichgewicht erhält, welche also verhindern soll, dass der Organismus Verluste erleidet, kann nicht für alle Fälle durch einige wenige Zahlen festgesetzt werden.

Sie ist von der Grösse und dem Gewicht des Individuums und der Beschaffenheit seines Organismus, von der von ihm zu leistenden Arbeit, von den äusseren Verhältnissen, unter welchen es lebt und thätig ist, abhängig. Es ist daher erst durch eine grosse Anzahl mühevoller Untersuchungen gelungen, auf die vorliegende Frage eine genügende Antwort zu geben und zwar waren es drei Wege, welche zum gewünschten Ziele führten.

Einmal hat man bei verschiedenen Menschen unter wechselnden Bedingungen alle Ausgaben genau bestimmt und daraus ersehen, wie viel Material im Körper bei Ruhe, Arbeit, bei Zufuhr von Nahrung oder bei Hunger zerstört wird. Hierbei wurden nicht nur Harn und Kot genau analysiert, sondern auch alle gasförmigen Ausscheidungsprodukte, so dass man von der vollständigen Bilanz des Organismus Kenntnis erhielt.

Diese mühevollen Versuche wurden mit dem von Pettenkofer angegebenen Respirationsapparat gemacht; sie sind jedoch nicht so zahlreich, dass es möglich wäre, aus ihnen allein allgemein gültige Schlüsse zu ziehen.

Man hat zweitens bei Personen, welche sich ihre Nahrung nach Belieben wählten und dabei ihr Gewicht nicht veränderten, genau bestimmt, wie viel Nahrung und welche Nahrungsstoffe sie in der Nahrung aufnahmen. So fand Forster:

	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrate	N.	C.
Arbeiter, Dienstmann, 36 Jahre	133	95	422	21	331
„ Schreiner, 40 Jahre	131	68	494	20	342
Junger Arzt	127	89	362	20	257
„ „	134	102	292	21	280
Kräftiger, alter Mann	116	68	345	—	—

Endlich hat man bei Leuten, die ihre Nahrung nicht selbständig zu wählen in der Lage waren, sondern welche das essen mussten, was ihnen vorgesetzt wurde, die auf jeden Einzelnen fallende Nahrungsmenge berechnet und dabei durch Beobachtung ihres Gewichts und Wohlbefindens kontrolliert, ob die Nahrung ausreichend war.

So fand man:

	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrate	N.	C.	Autor
Normalration eines Erwachsenen .	130	—	—	20	310	Playen
„ „ „ .	119	51	530	18	337	Playfair
Mann bei mittlerer Arbeit . . .	130	40	550	20	325	Moleschott
„ „ „ „ . . .	120	35	540	19	331	Wolff
Soldat, leichter Dienst	117	35	447	18	228	Hildesheim
„ im Felde	146	44	504	23	336	„
Niederländische Soldaten	100	—	—	16	—	Mulder

Auf Grund dieser verschiedenen Untersuchungen, welche in grosser Zahl ausgeführt, hier aber nur durch einige Beispiele belegt wurden, ist Voit zu dem Resultat gekommen, dass für die Ernährung eines erwachsenen Arbeiters von etwa 70 Kilo Gewicht bei mittlerer Arbeit ausser

118 gr Eiweiss noch 225 gr Kohlenstoff in einer gemischten, aus animalischen (Fleisch) und vegetabilischen Nahrungsmitteln bestehenden Kost zuzuführen sind.

Die fehlenden 265 gr Kohlenstoff sind durch Zufuhr von Fett und Kohlehydraten zu decken.

Obwohl nun, wie früher auseinandergesetzt wurde, Fett und Kohlehydrate sich gegenseitig vertreten können, ist es doch nicht ganz gleichgültig, ob man mit Fett oder Kohlehydraten die nötigen 265 gr Kohlenstoff einführt, da für den Organismus die Aufnahme und Verarbeitung von Fett oder Kohlehydraten allein nicht möglich oder doch mit Nachteilen verknüpft ist.

Voit hält es deshalb nicht für angezeigt, dem Organismus des Arbeiters mehr als 500 gr Kohlehydrate zuzuführen; was dann noch fehlt, um den Kohlenstoffbedarf zu decken, ist als Fett in der Nahrung zu reichen.

Unter Berücksichtigung aller dieser Momente empfiehlt nun Voit als Nahrungsmenge für einen erwachsenen Arbeiter von ungefähr 70 Kilo Gewicht bei mittlerer Arbeit von neun bis zehn Stunden pro Tag 118 g Eiweiss, 56 g Fett und 500 g Kohlehydrate.

Es muss scharf betont werden, dass dies aber nur die Nahrungsmenge für diesen speziellen Fall sein soll. Einen mittleren Kostsatz für alle Arbeiter aufzustellen, ist unmöglich; in jedem Falle ist unter Berücksichtigung der Grösse und Körperbeschaffenheit der Arbeiter, der äusseren Verhältnisse und der von ihnen zu leistenden Arbeit dieser Kostsatz zu modifizieren.

Um die notwendigen 18,3 gr Stickstoff entsprechend 118 gr Eiweiss und 328 gr Kohlenstoff zuzuführen, können verschiedene Nahrungsmittel benützt werden; so sind 18,3 gr N in etwa 300 gr Käse oder 4,5 kg Kartoffeln enthalten, während für 328 gr Kohlenstoff ca. 1200 gr Käse oder nur 3 kg Kartoffeln notwendig wären. Man würde daher, wenn man für die Nahrung nur ein Nahrungsmittel nehmen würde, das richtige Verhältnis der Nahrungsstoffe zu einander zumeist nicht finden. Es ist deshalb zweckmässig, den Bedarf an

Eiweiss und Fett durch animalische Nahrungsmittel, Fleisch, dann auch Eier, Käse, Milch oder die eiweisshaltigen Leguminosen zu decken, während zur Darreichung der Kohlehydrate die an diesen Körpern so reichen vegetabilischen Nahrungsmittel, vor allen die Stärkemehle heranzuziehen sind.

Ausnützung der Nahrungsmittel.

Es ist weiterhin bei Zusammenstellung einer Nahrung zu berücksichtigen, dass für den Organismus nicht alle Nahrungsmittel gleichwertig sind, dass nämlich ihre Leistung ihrer chemischen Zusammensetzung, ihrem Gehalt an den verschiedenen Nahrungsstoffen nicht ganz entspricht. Während nämlich die Nahrungsstoffe der einen vom Körper nahezu vollständig aufgenommen werden, ist der Magendarmtraktus bei anderen Nahrungsmitteln dies zu thun nicht im stande. Man nennt die Fähigkeit, aus dem Gereichten eine bestimmte Menge aufzunehmen, zu verwerten, „Ausnützung“ und versteht unter Ausgenütztem den Teil der aufgenommenen Nahrung, welcher vom Magendarmkanal aus in die Körpersäfte übergeht, während der nicht ausgenützte Teil der Nahrung mit Darmsekreten vermischt als Kot ausgeschieden wird.

Hierbei sei besonders hervorgehoben, dass wir über das Mengen-Verhältnis des Kots an nicht resorbierten Bestandteilen einerseits und an Darmsekreten andererseits nicht orientiert sind. Es erscheint nach neueren Untersuchungen sehr wahrscheinlich, dass die animalischen und viele vegetabilische Nahrungsmittel zum bei weitem grössten Teile vom Darmkanal aus resorbiert werden und dass auch bei den Nahrungsmitteln, nach deren Genuss viel Kot ausgeschieden wird, dieser nur relativ wenig eigentliche Nahrungsresiduen enthält. Bei Genuss einer „leicht resorbierbaren“ Nahrung wird wenig Darmsaft gebildet, während „schwerer resorbierbare“ Nahrungsmittel mehr Darmsaft zu ihrer Resorption erfordern. Je mehr Darmsaft abgesondert wird, desto mehr Kot entsteht und damit erscheint die „Ausnützung“, die „Resorbierbarkeit“ ungünstiger; es wäre

daher richtiger, von mehr oder weniger Kot bildenden, statt von schlecht oder gut ausnützbaren Nahrungsmitteln zu sprechen.

Die nebenstehende Tabelle zeigt die sogenannte Ausnützung verschiedener Nahrungsmittel nach den grösstenteils von Rubner ausgeführten Versuchen.

Die Zahlen zeigen, dass die Kotbildung bei Genuss verschiedener Nahrungsmittel eine ungleiche ist, dass aber auch bei demselben Nahrungsmittel die dargereichte Menge, wie die Art seiner Zubereitung die Kotbildung beeinflusst.

Procent-Verlust durch den Kot

bei Genuss von	Trockensubstanz	organische Substanzen	Stickstoff	Asche
Reis	4.5	3.7	20.4	15.0
Weissbrot	4.5	4.3	22.2	21.4
Fleisch	5.2	4.5	2.7	18.1
Eier	5.2	4.7	2.6	18.1
Milch	9.0	7.0	11.2	37.1
Kartoffeln, kleine Menge, in Breiform	4.6	9.6	19.5	—
„ grosse Menge, geschnitten	9.4	9.2	32.2	15.8
Erbsen, kleine Menge	9.1	8.2	17.5	32.5
„ grosse Menge	14.5	13.7	27.8	35.8
Weizenbrot	5.3	4.6	17.1	15.1
Mischbrot aus Roggen und Weizen	7.8	6.9	20.3	20.1
Roggenbrot	9.5	8.6	22.9	23.5
Bayerisches Soldatenbrot	9.3	8.8	19.0	31.9
Pumpernickel	19.3	17.8	42.3	96.6
Bohnen	18.3	15.1	30.3	28.3

Temperatur der Nahrung.

Es ist nicht gleichgültig, welche Temperatur die Nahrung — Speisen sowohl wie Getränke — besitzt. Extreme Temperaturen nach oben wie nach unten führen zu Schädigungen besonders der Zähne und des Magens und können auch die Verdauung in ungünstiger Weise beeinflussen.

Absolut unschädlich sind Speisen, welche bei Körpertemperatur genossen werden; aber auch Temperaturen, welche sich nicht allzuweit von ihr entfernen, können keine Nachteile für die Gesundheit hervorrufen. Durchschnittszahlen anzugeben ist nicht am Platze, da es auf die Art der Nahrung ankommt

und den Zweck, welchen wir bei ihrer Aufnahme erreichen wollen.

Getränke, welche abkühlen sollen, haben am besten eine Temperatur von 9—12° C. Niedrigere Temperaturen sind zu verurteilen; Getränke, welche erwärmen sollen, dürfen nicht höher als auf 50° C. temperiert sein; etwa 45° warme Bouillon, Kaffee u. s. w. sind für den Genuss gerade angenehm.

Breiige Speisen werden zweckmässig auf höchstens 40 bis 45° erwärmt genossen.

Die Nahrungsmittel,

wie auch die Genussmittel, müssen in einem Zustande zum Verkauf gelangen, welcher eine Schädigung der Gesundheit durch ihren Genuss ausschliesst. Es muss deshalb dafür gesorgt werden, dass eine Vermischung und Fälschung mit schädlichen, giftigen Stoffen nicht stattfinden kann und dass gesundheitsgefährliche Nahrungs- und Genussmittel dem Verkehr entzogen werden. Dies geschieht durch eine regelmässige Ueberwachung des Verkehrs mit Lebensmitteln u. s. w. und häufige Untersuchung derselben, wie diese in Deutschland durch das *Reichsgesetz, betr. den Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen* (14. Mai 1879) geregelt sind, in Oesterreich durch ein neues voraussichtlich im Jahre 1897 einzuführendes Gesetz geregelt werden sollen. Die Bestimmungen des österr. lehnen sich eng an die des deutschen Reichsgesetzbuches an.

Nach diesem Gesetz unterliegt *der Verkehr mit Nahrungs- und Genussmitteln, sowie mit Spielwaren, Tapeten, Farben, Ess- und Kochgeschirr und mit Petroleum der Beaufsichtigung. Die Beamten der Polizei sind befugt, in die Räumlichkeiten, in welchen Gegenstände der eben bezeichneten Art feilgehalten werden, während der üblichen Geschäftsstunden oder während die Räumlichkeiten dem Verkehr geöffnet sind, einzutreten. Sie sind befugt, von den genannten Gegenständen, welche in den angegebenen Räumlichkeiten sich befinden, oder welche an öffentlichen Orten, auf Märkten, Plätzen, Strassen oder im Umherziehen verkauft oder feilgehalten werden, nach ihrer Wahl Proben zum Zwecke der Untersuchung zu entnehmen.*

Die Kontrolle und Untersuchung der Lebensmittel erstreckt sich nach zwei Seiten. Es wird zu erforschen gesucht, ob eine pekuniäre Schädigung durch Fälschung und Verkauf von gefälschten minderwertigen Waren oder ein Verkauf von gesundheitsgefährlichen Waren stattgefunden hat resp. beabsichtigt war. Nach dem Gesetz wird deshalb bestraft, *wer zum Zwecke der* **Täuschung im Handel und Verkehr** *Nahrungs- oder Genussmittel nachmacht oder verfälscht, oder wer wissentlich Nahrungs- oder Genussmittel, welche verdorben oder nachgemacht oder verfälscht sind, unter Verschweigung dieses Umstandes verkauft oder unter einer zur Täuschung geeigneten Bezeichnung feilhält.*

Es wird ferner mit noch schärferer Strafe bedroht, *wer vorsätzlich Gegenstände, welche bestimmt sind, anderen als Nahrungs- oder Genussmittel zu dienen, derart herstellt, dass der Genuss derselben die menschliche Gesundheit zu beschädigen geeignet ist,**) *ingleichen wer wissentlich Gegenstände, deren Genuss die menschliche Gesundheit zu beschädigen geeignet ist, als Nahrungs- oder Genussmittel verkauft, feilhält oder sonst in Verkehr bringt.*

Die Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel ist für das deutsche Reich nicht einheitlich geregelt, sondern ist in den einzelnen Bundesstaaten durch Sonderbestimmungen organisiert. Zumeist werden die Untersuchungen von (staat-

---

*) Ueber die Farben, welche zur Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln verboten sind, siehe weiter hinten bei Gebrauchsgegenständen.

Anmerkung zu Seite 374: Die Tabellen sind nach J. König, „Chemische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel“, zusammengestellt.

Unter Eiweiss- oder Stickstoff-Substanz sind Zahlen angegeben, welche durch Multiplikation des bei der Analyse gefundenen Stickstoffgehalts mit 6.25 erhalten werden, von der Voraussetzung ausgehend, dass in reiner Stickstoffsubstanz (Eiweiss) 16% Stickstoff enthalten sind.

Unter Fett ist allgemein der Aetherextrakt zu verstehen, der dem wirklichen Fettgehalt nicht genau entspricht, da ja der Aether ausser dem Fett noch andere in Aether lösliche Stoffe (wenn auch in unbedeutender Menge) extrahiert.

Mit N.-freien Extraktstoffen sind diejenigen Stoffe bezeichnet, welche nach Subtraktion der andern summirten Bestandteile von 100 übrig blieben; es sind dies die verschiedenen Kohlehydrate, Alkohol u. s. w.

(Anmerkung s. vor. Seite.)

Zusammensetzung der verbreitetsten Nahrungsmittel (nach König).*)

Animalische Nahrungsmittel	Wasser	Eiweiss (Stickstoff-Substanz)	Fett	N.-freie Extraktstoffe	Asche
Ochsenfleisch, sehr fett	53.05	16.75	29.28		0.92
„ mittelfett	72.03	20.96	5.41	0.46	1.14
„ mager	76.37	20.71	1.74		1.18
Kalbfleisch, fett	72.31	18.88	7.41	0.07	1.33
„ mager	78.84	19.86	0.82		
Hammelfleisch, sehr fett	53.31	16.62	28.61	0.54	0.93
„ halbfett	75.99	17.11	5.77		1.33
Schweinefleisch, fett	47.40	14.54	37.34		0.72
„ mager	72.57	20.25	6.81		1.10
Pferdefleisch	74.27	21.71	2.55	0.46	1.01
Rindstalg	1.33	0.44	98.15		0.08
Schweineschmalz	0.70	0.26	99.04		Spuren
Fische.					
a) frisch					
Lachs oder Salm	64.29	21.60	12.72		1.39
Flussaal	57.42	12.83	28.37	0.53	0.85
Häring	74.64	14.55	9.03		1.78
Hecht	79.60	18.71	0.51		1.18
Schellfisch	81.50	16.93	0.26		1.31
Saibling oder Forelle	77.51	19.18	2.10		1.21
b) konservirt					
Stockfisch (getr. Schellfisch) gesalzen	13.20	73.72	3.37		9.92
Häring, gesalzen (Pökelhäring)	46.23	18.90	16.89	1.57	16.41
Lachs, geräuchert	51.46	24.19	11.86	0.45	12.04
Sardelle, gesalzen	51.77	22.30	2.21		23.27
Bückling (geräuch. Häring)	69.49	21.12	8.51		1.24
Caviar	43.89	30.79	15.66		8.09
Muschel- und Krustentiere etc.					
Austern (Fleisch)	82.03	8.25	1.77	6.16	1.79
Miesmuschel	75.74	15.62	2.42	6.22	
Flusskrebs } in Kochsalz eingemacht	72.74	13.63	0.36	0.21	13.06
Froschschenkel } in Kochsalz eingemacht	63.64	24.17	0.91	2.92	8.46
Wild und Geflügel.					
Hase	74.16	23.34	1.13	0.19	1.18
Haushuhn	70.06	18.49	9.34	1.20	0.91
Gans	38.02	15.91	45.59		0.49
Fleischkonserven, Würste.					
Carne pura (getrockn. Fleischpulver)	10.99	69.50	5.84	0.42	13.25
Rauchfleisch } vom Ochsen	47.68	27.10	15.35		10.59
Zunge } vom Ochsen	35.74	24.31	31.61		8.54
Schinken (westfäl.)	28.11	24.74	36.45	0.16	10.51
Amerikan. Fleisch (Büchsenfleisch)	49.11	28.87	0.18	0.77	21.07
Mettwurst	20.76	27.31	39.88	5.10	6.95
Cervelatwurst	37.37	17.64	39.76		5.44
Leberwurst	48.70	15.93	26.33	6.38	2.66
Erbswurst	6.53	15.46	37.94	31.38	8.69
		Organ. Substz.	darin Stickstoff		
Fleischextrakt	21.64	60.47	8.27		17.89
Hühner-Eier	73.67	12.55	12.11	0.55	1.12
„ -Eiweiss	85.50	12.87	0.25	0.77	0.61
„ -Eigelb	51.03	16.12	31.39	0.48	1.01

lichen oder städtischen) Nahrungsmittel-Untersuchungs-Stationen ausgeführt. In neuester Zeit (22. Februar 1894) sind *Vorschriften, betr. die Prüfung der Nahrungsmittel-Chemiker* für das deutsche Reich erlassen worden, nach welchem demjenigen, welcher über die Befähigung zur chemisch-technischen Beurteilung von Nahrungsmitteln u. s. w. die ad hoc vorgeschriebenen Prüfungen bestanden hat, der Ausweis als „geprüfter Nahrungsmittel-Chemiker" ausgestellt wird.

Eine Gesundheitsschädigung durch Nahrungsmittel ist übrigens relativ selten. Die zahllosen Untersuchungen ergeben auch meist nur Fälschungen mit minderwertigen aber nicht gesundheitsgefährlichen Stoffen, deren Bedeutung vom hygienischen Standpunkte oft überschätzt ist. Näheres hierüber wird bei Besprechung der einzelnen Nahrungsmittel angegeben werden.

a) Die animalischen Nahrungsmittel.

Das Fleisch.

Wir verstehen unter Fleisch nicht nur die Muskulatur der Schlachttiere, welche wir geniessen, sondern im weiteren Sinne die gesamten Weichteile mit Ausschluss der Haut, des Magendarmkanals und des Centralnervensystems (Gehirn und Rückenmark).

Das käufliche Fleisch enthält neben Fettgewebe, Sehnen Blutgefässen und Nerven auch noch Knochen. Bei kleinerem Konsum erhält der Käufer gewöhnlich 20—25% des Gesamtgewichts an Knochen, während bei ganzen Schlachttieren auf 100 sogenanntes Fleisch 8.4% Knochen, 8.6% Fettgewebe, 83.0% reines Muskelfleisch kommen.

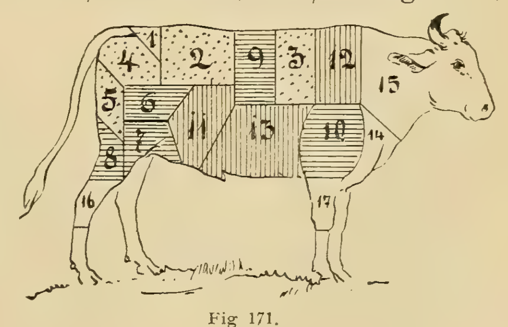


Fig 171.

Diese Zahlen unterliegen natürlich Schwankungen; sehr gut genährte Tiere haben verhältnismässig mehr Fett und Muskelfleisch als magere.

Das Fleisch ver-

schiedener Tiere derselben Race ist nicht gleichwertig; sein Geschmack und Wert ist abhängig vom Alter, von der Lebensweise, dem geschlechtlichen Leben, der Fütterung u. s. w. des Tieres. Aber auch die verschiedenen Stücke desselben Tieres haben einen sehr verschiedenen Wert. In England, wo man für die Güte und den Geschmack des Fleiches grosses Verständnis zeigt, wird das Fleisch des Rindes in vier Klassen mit achtzehn Unterabteilungen geteilt.

Die Verteilung der einzelnen Stücke, sowie ihre Lage, sind aus der nachfolgenden Tabelle und der beigesetzten Abbildung (Fig. 171) ersichtlich.

Die Verschiedenheit der Fleischstücke bezieht sich übrigens nur auf die Schmackhaftigkeit. Der Nährwert von 1 gr Fleisch von der Lende ist gerade so gross als der von 1 gr eines anderen dem Geschmack und deshalb auch dem Preise nach minderwertigen Stückes, sobald beide Stücke den gleichen Inhalt an Eiweiss und Fett haben. In diesem Fall kommt auch dem Fleisch verschiedener Tiere (Fische) derselbe Nährwert zu.

Klasse	Stücke	Procent des Schlachtgewichts
I	1. Schwanzstück, 2. Lenden, 3. Vorderrippe, 4. Hüfte, 5. Hinterschenkel	45.7
II	6. u. 7. Obere und untere Weiche, 8. Wade 9. Mittelrippe, 10. Oberarmstück,	24.0
III	11. Flanke, 12. Schulterblatt, 13. Brustkern	17.4
IV	14. Wamme, 15. Hals, 16. und 17. Beine	12.9

Zubereitung des Fleisches.

Das Fleisch wird nicht sofort nach dem Tode, sondern gewöhnlich erst, nachdem wenigstens etwa 24 Stunden verstrichen sind, zum Kochen verwandt. Es hat dann schon die kurze Zeit nach dem Tode eingetretene Totenstarre aufgehört, das Fleisch hat eine deutlich sauere Reaktion angenommen, wodurch es einmal einen besseren Geschmack bekommt, dann aber auch weicher und mürber wird.

Das Fleisch wird nur ausnahmsweise roh genossen; wie später auseinandergesetzt werden wird, sollte es überhaupt niemals roh verzehrt werden.

Bei seiner Zubereitung unterscheidet man „Kochen“ und „Braten“.

Beim Kochen wird das Fleisch mit etwa der doppelten Menge Wasser angesetzt und gekocht. Je nachdem man das Fleisch in kaltes oder kochendes Wasser einbringt, ist die Menge der in dieses — die spätere Brühe oder Bouillon — übergehenden Stoffe eine grössere oder geringere. In kochendes Wasser eingelegt, gerinnen die äusseren Partien alsbald, das Fleisch erhält eine weniger leicht durchdringliche Oberfläche, es gehen deshalb lösliche Stoffe in geringerer Menge in die Brühe über, als wenn man es in kaltes Wasser einlegt und dieses erst langsam zum Kochen bringt.

Zum Braten wird das Fleisch nicht in Wasser, sondern nur in etwas Butter oder Fett eingelegt; aus diesem und dem während des Bratens austretendem Fleischsaft bildet sich die sogenannte Sauce, mit welcher der Braten beschöpft werden muss, damit die oberflächlichen Partien nicht austrocknen.

Das Fleisch, welches ursprünglich etwa 24% Trockensubstanz enthält, verliert bei der Zubereitung so viel Wasser, dass es nach dem Braten halbgar 28—34, gar 36—40, nach dem Kochen 40—46% Trockensubstanz enthält. (Forster.)

Der Verlust an anderen Substanzen kommt quantitativ kaum in Betracht, gebratenes Fleisch schmeckt besser, ist aber nicht nahrhafter als gekochtes.

Die Menge Fleisch, welche zweckmässig pro Tag und Individuum gegeben werden soll, ist nicht genau zu bestimmen, da, wie aus den früheren Auseinandersetzungen hervorgeht, die Menge des zu reichenden Eiweisses von der Constitution des Individuums, seinem Eiweissbestand, den in der Nahrung noch vorhandenen übrigen Nahrungstoffen u. s. abhängt.

Auch bei Annahme eines speziellen Falles, der Ernährung eines kräftigen Arbeiters mit 118 gr Eiweis, 56 gr Fett und 500 gr Kohlehydraten, wäre ja zunächst die Möglichkeit gegeben, dieses Eiweiss vegetabilischen Nahrungsmitteln

zu entnehmen. Eine derartige Nahrung würde aber zu voluminös sein, den Darmtraktus überanstrengen, weshalb es rationeller ist, einen Teil des zu reichenden Eiweiss in Form von Fleisch zu geben.

Nach vielfachen Zusammenstellungen verschieden guter Ernährungsweisen hält es Voit für richtig, zu einer „guten Kost" für einen Mann als täglichen Bedarf 230 gr vom Metzger ausgehauenes Fleisch mit 18 gr Knochen, 21 gr Fett und 191 gr reinem Fleisch zu geben. In diesen 191 gr Fleisch sind 6.5 gr Stickstoff enthalten, die übrigen 11.8 gr Stickstoff sind auf andere Weise zu beschaffen.

Wenn im Detailverkauf dem Fleisch mehr Knochen beigegeben werden, ist eine entsprechend höhere Fleischmenge einzusetzen.

Die Fleischkonserven.

Der Umstand, dass sich Fleisch nach dem Tode des Tieres nur kurze Zeit (wenige Tage) unzersetzt oder richtiger geniessbar erhält, liess es von jeher als wünschenswert erscheinen, dasselbe durch besondere Konservierungsmethoden haltbarer zu machen.

Das Einsalzen oder Einpöckeln ist das beliebteste Verfahren. Hiebei wird das Fleisch mit Kochsalz, oft auch unter Beigabe geringer Mengen Salpeter, behandelt. Es gehen nach E. Voit geringe Mengen von Nährstoffen in die Pöckelflüssigkeit über und zwar 2.1% der organischen Stoffe mit 1.1% des Eiweisses, 13.5% der Extraktivstoffe und 8.5% der Phosphorsäure.

Mit dem Einpöckeln wird zuweilen das Räuchern combiniert, wobei das Fleisch dem Holzrauch ausgesetzt wird. Hiedurch trocknet es und bekommt infolge der Einwirkung der Destillationsprodukte des Holzes den bekannten Geschmack des Rauchfleisches.

Vielfach wird Fleisch als Wurst verarbeitet. Präparierte Därme oder besonders hergestellte Pergamentschläuche werden mit gehacktem Fleisch gefüllt, die man je nach den dazu verwandten verschiedenen Zuthaten in eine grosse Anzahl von besonderen Arten (s. d. Tabelle pag. 374) einteilt.

Die Würste bieten dem Konsumenten den Vorteil, Fleisch

in geringen Mengen für den Genuss fertig einkaufen zu können und befördern damit den Fleischgenuss. So kann der unverheiratete Arbeiter sich unmöglich Fleisch beim Metzger einkaufen und zubereiten, wie auch für das Abendessen einer Familie die Wurst eine zweckmässige Beigabe ist, da dann ohne besondere Mühe ein Teil des notwendigen Eiweisses in Form von Fleisch zugeführt werden kann.

Wie leicht erklärlich, wird, besonders dort, wo eine strenge Kontrolle beim Schlachten nicht existiert, Fleisch von kranken Tieren zur Wurstfabrikation verwandt. Es sollte deshalb Wurst niemals ungekocht verzehrt werden.

Eine Schädigung des Käufers, aber nur in pekuniärer Hinsicht, kann eintreten, wenn die Würste zu wasserreich und mit einem erheblichen Zusatz von Stärke bereitet werden, worüber die chemische und mikroskopische Untersuchung Aufschluss gibt. Durch diese kann auch die Verwendung von Farbstoffen nachgewiesen werden, welche unstatthaft ist.

Weitere aus Fleisch hergestellte Präparate, wie das Infusum carnis (Liebig) der Succus carnis (Voit und Bauer), die Fleischpeptonpräparate (Leube Rosenthal, der Liebig-Compagnie u. A.) haben keinen hygienischen, sondern klinischtherapeutischen Wert.

Dagegen hat ein anderes Verfahren zur Konservierung von Fleisch, wie auch anderer Nahrungsmittel, eine hohe Bedeutung: die Anwendung von Kälte.

Am meisten bewährt hat sich die Kühlung der zur Aufbewahrung von Nahrungsmitteln dienenden Räume durch ein Röhrensystem, in welchem auf etwa —6° abgekühltes Salzwasser cirkuliert. Mit diesem System kann man beliebig grosse Räume gleichmässig kühl halten und damit die Nahrungsmittel relativ lange Zeit vor Fäulnis schützen, Fleisch besonders dann, wenn es bald nach dem Ausschlachten in die Kühlräume eingelegt wird.

Die allgemeinere Einführung von Kühlanlagen ist im Interesse der Volksernährung zu wünschen, da jetzt noch etwa 10% der Nahrungsmittel auf dem Wege vom Produzenten bis zum Konsumenten verderben, wodurch der Preis der Nahrungsmittel indirekt stark beeinflusst wird, ganz abgesehen davon,

dass verdorbene Nahrungsmittel Krankheiten zu erzeugen im stande sind.

Das Fleisch kranker Tiere.

Durch den Genuss des Fleisches können Krankheiten erzeugt werden, welche in dem Krankheitserreger (pflanzliche oder tierische Parasiten) enthalten sind.

Pathogene Mikroorganismen können im Fleisch vorhanden sein, wenn das Tier an Krankheiten gelitten hat, welche durch diese erzeugt werden.

Hier kommt vor allem in Betracht die unter dem Schlachtvieh, besonders den Rindern, sehr stark verbreitete Tuberkulose. (Von etwa 50000 im Jahre 1887 in München geschlachteten Rindern wurden über 3% tuberkulös gefunden.) Die Krankheit tritt zumeist als sogenannte „Perlsucht“ auf, wobei hauptsächlich auf den serösen Häuten, Pleura und Peritoneum weissliche, perlenartige bis kinderfaustgrosse Knoten gebildet werden. Die Tuberkulose kann sich aber auch auf anderen Organen entwickeln, so ist von besonderer hygienischer Bedeutung die Tuberkulose des Euters.

Im Anfangsstadium ist den tuberkulösen Tieren nichts von einer Erkrankung anzumerken, während sie in vorgerückteren Stadien sichtbar abmagern. (Als ein sehr gutes Mittel zur frühzeitigen Feststellung einer Erkrankung an Tuberkulose hat sich die Impfung mit dem später zu besprechenden Tuberkulin Kochs bewährt, auf welches die Tiere schon bei beginnender Erkrankung an Tuberkulose deutlich reagieren).

Im Vergleich zur Tuberkulose treten die übrigen bei Schlachttieren vorkommenden, durch pflanzliche Parasiten hervorgerufenen Infektionskrankheiten stark zurück.

Der Milzbrand kommt relativ häufig bei Rindern und Schafen, seltener bei Pferden und Schweinen vor. Die Erkrankung bietet ein charakteristisches Krankheitsbild; überdies ist der mikroskopische Nachweis der grossen, in allen Organen vorhandenen Bacillen sehr leicht.

Schweinerotlauf ist eine bei Schweinen häufig epidemisch auftretende Erkrankung.

Ferner sind noch zu nennen die seltener zu beobachtenden Actinomycose, Rotz, Rauschbrand, Lungenseuche des Rindes, Wild- und Rinderseuche, Hühnercholera, deren Erreger pag. 24 und ff. beschrieben wurden.

Wahrscheinlich durch verschiedene Bakterienarten werden endlich Erkrankungen hervorgerufen, die nach Verletzungen, Geburten u. s. w. als pyaemische und septicaemische Prozesse auftreten.

Kaum minder häufig werden durch

tierische Parasiten

Erkrankungen oder Todesfälle bei Schlachttieren hervorgerufen.

Die Trichinen befallen von den zum Schlachtvieh zu rechnenden Tieren nur die Schweine (sonst auch noch Ratten, Mäuse, Katzen u. a.). Beim Genuss trichinösen Fleisches treten die jungen 0.1—0.15 mm langen Tiere durch die Darmwand in die Muskeln ein, wo sie sich innerhalb vierzehn Tagen bis zu einer Länge von 1 mm vergrössern (Fig. 172). Später hören sie auf zu wandern, es bildet sich um die Trichinen eine Kapsel, welche nach und nach vollständig verkalkt (Fig. 173).

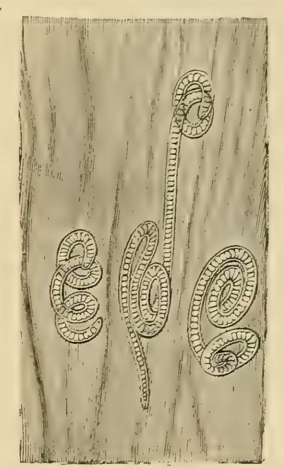


Fig. 172.
Eingekapselte Muskeltrichine.

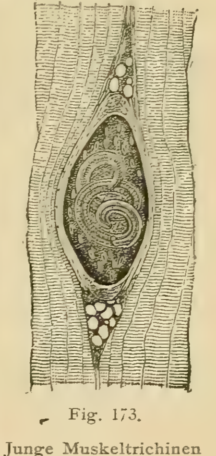


Fig. 173.
Junge Muskeltrichinen (nach Heller).

Die Trichinen breiten sich in der Muskulatur nicht gleichmässig aus; sie haben besondere Lieblingsplätze: Zwerchfell-, Bauch-, Hals-, Augen-, Zungenwurzel-, Kehlkopf- und Intercostalmuskeln.

Der Nachweis der Trichinen im Schweinefleisch erfolgt durch mikroskopische Betrachtung dünner Schnitte des Fleisches bei etwa achtzigfacher Vergrösserung.

In verschiedenen Thierspecies kommen Finnen oder

Blasenwürmer vor, aus denen sich, wenn sie in den Magendarmkanal des Menschen kommen, Bandwürmer entwickeln.

Es sind dies im Schweinefleisch der die Taenia solium erzeugende Cysticercus cellulosae, im Rindfleich der Cysticercus taeniae saginatae, die Jugendform der späteren T. saginata s. mediocandellata.

Der Bothriocephalus latus, ebenfalls zu den Bandwürmern gehörig, wird vom Menschen durch den Genuss von Fischfleisch erworben.

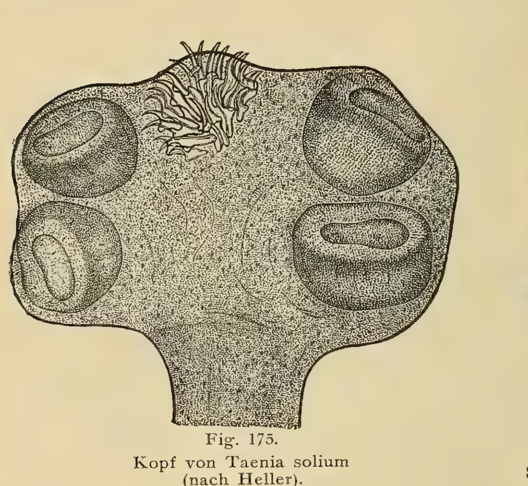


Fig. 175.
Kopf von Taenia solium (nach Heller).

Fig. 174.
Schweinefleisch mit Finnen in natürlicher Grösse (nach Bisch-Hirschfeld).

Als Blasenwurm (Finne) kommt auch im Menschen, ferner beim Rinde vor der Echinococcus hominis et veterinorum, der sich nur beim Hunde, aber nicht im Menschen zum Bandwurm ausbildet.

Die Finnen oder Blasenwürmer bilden, wenn sie ausgewachsen sind, im Muskelfleisch erbsengrosse, rundliche, mit klarer Flüssigkeit gefüllte Blasen, an deren einer Stelle der Kopf sichtbar ist (Fig. 174), welcher durch leichten Druck auf die Blase hervortritt.

Bei schwacher Vergrösserung (achtzigfach) zeigt der Finnenkopf vier Saugnäpfe und ausserdem bei der Schweinefinne (T. solium) einen aus zweiunddreissig Haken gebildeten, doppelten Hakenkranz (Fig. 175).

Die Schweinefinnen sind in Deutschland ziemlich häufig (auf 324 Schweine ein finniges); viel seltener ist die Rindsfinne.

Die Echinococcen, d. s. die Finnen des kurzen (nur 4—6 mm) Hundebandwurms, sind in vielen Teilen Deutschlands zumeist in Leber und Lunge von Rind, Schaf und Schwein anzutreffen.

Der Wirtwechsel der eben aufgeführten Parasiten soll noch durch die nebenstehenden Schemata (nach Bollinger) (Fig. 176 bis 180) anschaulich gemacht werden.

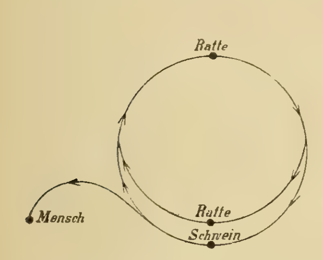


Fig. 176.
Wirtwechsel der Trichina spiralis.

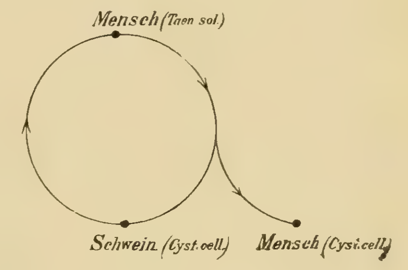


Fig. 177.
Wirtwechsel von Taenia solium.

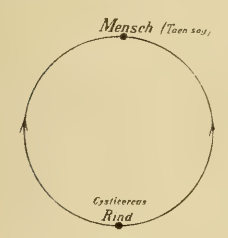


Fig. 178.
Wirtwechsel von Taenia saginata.

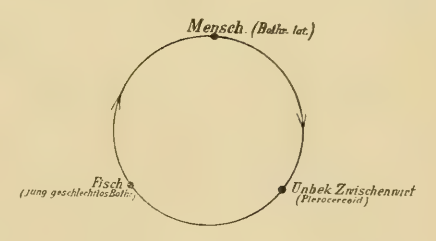


Fig. 179.
Wirtwechsel des Bothricephalus.

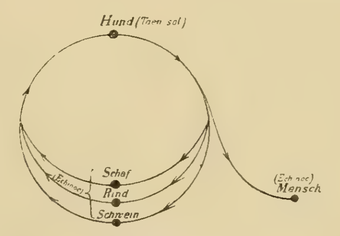


Fig. 180.
Wirtwechsel von Echinococcus.

Fleischbeschau.

Zur Verhütung der Gefahren, welche durch den Genuss von Fleisch kranker Schlachttiere dem Menschen drohen, sind bestimmte Vorsichtsmassregeln notwendig.

Das sicherste Mittel ist die Einführung der obligatorischen Fleischbeschau. Dieselbe wird am zweckmässigsten und leichtesten gehandhabt, wenn alle Schlachtungen in besonderen öffentlichen gemeinsamen Schlachthäusern vorgenommen werden. Die Tiere müssen noch lebend, dann auch alle ihre Organe nach beendeter Schlachtung von tüchtig durchgebildeten, mit der Fleischbeschau genügend bekannten Tierärzten untersucht werden.

Die Vorzüge öffentlicher Schlachthäuser, in welchen sämtliche Schlachtungen des betreffenden Ortes vorgenommen werden müssen, beruhen zunächst darin, dass damit Verunreinigung von Luft, Boden, eventuell auch Wasser in den vielen zerstreuten Privatschlächtereien und in ihrer Umgebung ausgeschlossen wird. Diese geben stets zu einer Belästigung der Umgebung Anlass, weil es nicht möglich ist, mit der Reinlichkeit zu schlachten, welche in öffentlichen Schlachthäusern wegen der dort vorhandenen Einrichtungen leicht durchgeführt werden kann.

Die Kontrolle der Schlachttiere ist nur in öffentlichen Schlachthäusern sicher auszuüben und erfordert bei centralisierten Schlachthäusern weniger Sanitätspersonal.

Mit der Einrichtung von öffentlichen Schlacht- und Viehhöfen, welche stets in die Nähe von Eisenbahnen gelegt zu werden pflegen, fallen alle die Belästigungen des Publikums fort, welche durch den Transport der Schlachttiere durch die Strassen und deren Einstellung in mitten in der Stadt gelegene Stallungen bedingt sind.

In den Schlachthäusern wird das Schlachten entweder in grossen gemeinsamen Hallen oder in kleinen, von einzelnen Fleischern gemieteten Zellen vorgenommen. Bei der Schlachtung in Hallen ist eine scharfe Ueberwachung, Reinlichkeit beim Schlachten, schnelle und vollständige Beseitigung aller beim Schlachten erzielter Abfälle und damit möglichste Fernhaltung übler Gerüche von der ganzen Anlage, endlich Einschränkung der Tierquälerei leichter erreichbar.

Mit den Schlachthallen grösserer Schlachthöfe stehen in neuerer Zeit zumeist Kühlhallen in Verbindung, in welchen durch besondere Kühlvorrichtungen die Temperatur der Luft auf circa + 4° C. erhalten wird (s. auch S. 379).

Dadurch wird es möglich, das Fleisch auch während der wärmeren Jahreszeit längere Zeit (2—4 Wochen) aufzubewahren. Die Fleischer können so die Schlachtungen an beliebigen Tagen vornehmen, während früher die Schlachtungen wenige Tage vor Sonn- und Feiertagen sich sehr häuften; damit kann die Anlage der Schlachthallen in viel bescheideneren Verhältnissen gehalten werden. Der Betrieb für die Fleischer ist bedeutend erleichtert; sie können geschlachtetes Fleisch stets in ausreichender Menge vorrätig halten und sind dabei vor Verlust durch Verderben des Fleisches gesichert.

Fig. 181 zeigt den Grundriss des Vieh- und Schlachthofes von Leipzig. Der Viehhof, das Düngerhaus, der Kohlenschuppen sind durch Geleise an die Bahn angeschlossen; auf einem besonderen Desinfektionsgeleise werden die Wagen gereinigt, resp. desinfiziert.

Die Grossviehschlachthalle steht direkt mit dem Kühlhaus in Verbindung. Auf einem Laufkrahn werden mittels besonderer Vorrichtungen die in zwei Teile zerlegten Tiere von einer Person leicht hinübergerollt.

Die Sanitätsgebäude enthalten neben einer Pferdeschlachthalle einen Contumazstall und ein Sanitätsschlachthaus zur Beobachtung resp. Schlachtung der beanstandeten Tiere.

Der Verkauf von Fleisch notgeschlachteter Tiere darf nur dann gestattet werden, wenn es feststeht, dass die Ursache der Notschlachtung eine schwere Verletzung oder Geburtshindernis gewesen ist, dass die Tiere sonst aber gesund waren, weil es erwiesen ist, dass ein grosser Teil der Erkrankungen nach Fleischgenuss durch Fleisch notgeschlachteter Tiere hervorgerufen wurde.

Bei dem Fleisch kranker Tiere hat man minderwertiges und völlig ungeniessbares Fleisch wohl zu unterscheiden.

Waren nur lokale Erkrankungen (vereinzelte Finnen u. s. w.) vorhanden, welche keinen oder nur einen geringen Einfluss auf den Gesamtzustand des geschlachteten Tieres haben, so

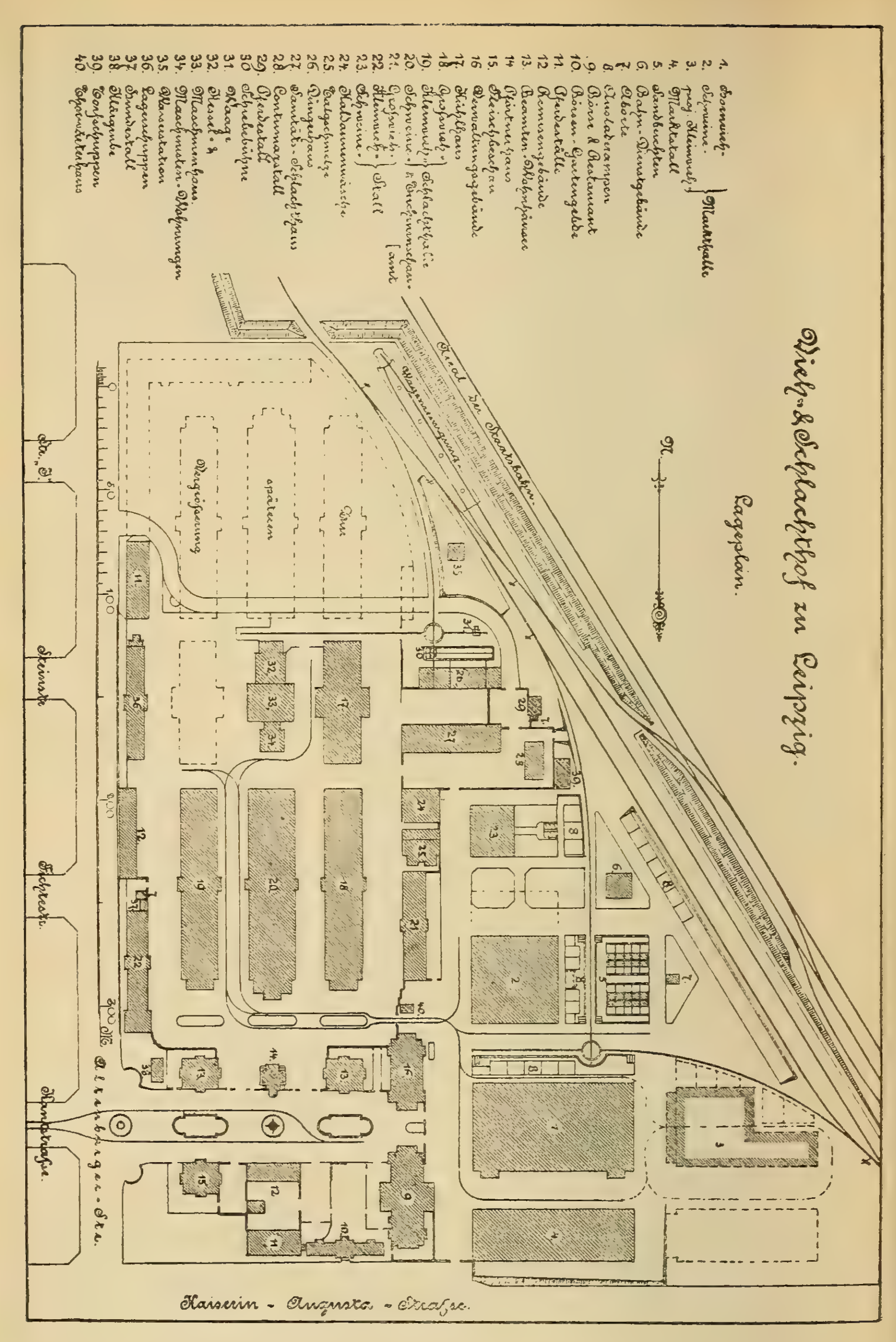


Fig. 181. Vieh- und Schlachthof zu Leipzig.

wäre es falsch, den Verkauf des gesamten, von diesem Tiere stammenden Fleisches zu verbieten. Die an und für sich hohen Fleischpreise würden dadurch erhöht, die Volksernährung geschädigt werden.

Das Fleisch solcher Tiere ist nach Entfernung der kranken Teile unter Angabe seiner Minderwertigkeit auf sogenannten Freibänken zu einem ermässigten Preise zu verkaufen. Diese Freibänke sind Einrichtungen, in welchen unter besonderer Aufsicht der Behörden der Verkauf minderwertigen Fleisches gehandhabt wird; sie haben sich in den letzten Jahren mit grossem Erfolg in vielen Städten eingebürgert.

Ungeniessbares Fleisch jedoch, worunter man dasjenige Fleisch zu verstehen hat, welches, wenn es verzehrt wird, den Eintritt einer Erkrankung möglich oder wahrscheinlich macht, muss vom menschlichen Genuss sicher ausgeschlossen, am besten chemisch oder thermisch verarbeitet werden (siehe auch pag. 327).

Das sicherste Mittel, sich vor den meisten durch Fleisch entstehenden Krankheiten zu schützen, ist das Kochen desselben, da auch bei einer gut durchgeführten Fleischbeschau das Uebersehen isolierter Krankheitsherde (vereinzelter Finnen u. s. w.) möglich ist.

Die Kuhmilch

ist neben dem Fleisch das wichtigste und verbreitetste aller animalischen Nahrungsmittel. Ihre Hauptvorzüge bestehen in ihrer Billigkeit und in ihrem Gehalt an allen Nahrungsstoffen, Eiweiss, Fett, Kohlehydraten und Salzen. Für den kindlichen Organismus kann sie in Vertretung der Muttermilch lange Zeit — sogar Jahre lang — die ausschliessliche Nahrung bilden und auch erwachsene Menschen können sich mit ihr Tage lang ernähren und dabei in Stickstoff- und Körpergleichgewicht bleiben. Es genügen hierzu etwa drei Liter Milch, mit welchem man für den geringen Preis von 36—45 Pfg. ungefähr 105 gr Eiweiss, 119 gr Fett und 104 gr Milchzucker aufnimmt.

Die Anforderungen, welche die Hygiene an die Milch zu stellen hat, beziehen sich nach Soxhlet, welcher sich um

die Lehre von der Milch die höchsten Verdienste erworben hat, auf deren Nährwert und deren diätetischen Wert.

Der hohe Nährwert der Milch wird sehr oft beeinträchtigt durch die Verfälschungen der Milch, welche vorgenommen werden, um aus derselben einen höheren Gewinn zu erzielen. Die gewöhnlichsten sind: 1. Versetzen der Milch mit Wasser, 2. Abrahmen der Milch (zur gesonderten Gewinnung des Butterfetts, des wertvollsten Milchbestandteiles), 3. Wässern und Abrahmen.

Abgesehen von der finanziellen Schädigung des Käufers können für den Konsumenten durch die eben genannten Fälschungen auch noch gesundheitliche Schäden entstehen, wenn zur Wässerung unreines Wasser verwandt wird, oder wenn die Entrahmung vorgenommen wird, nachdem die Milch schon in ungeeigneten Räumen bei zu hoher Temperatur gestanden hat, in welchem Falle sie dann nicht mehr frisch, sondern schon dem Verderben (Sauerwerden) nahe, verkauft wird. Beim Abrahmen und Wässern der Milch können sich die beiden Schäden summieren.

Es ist daher von grosser Bedeutung, die Fälschung der Milch zu verhindern oder wenigstens zu erkennen, ob sie ausgeführt wird, damit die Bestrafung den Produzenten vor weiteren Fälschungen warnt.

Die Zusammensetzung der Kuhmilch und der aus ihr hergestellten Molkereiprodukte ist aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich.

Ergibt die chemische Analyse ein bedeutendes Abweichen von den Mittelzahlen, so ist damit die Fälschung erwiesen. Es ist jedoch unmöglich bei der sehr häufig auszuführenden Kontrolle stets eine genaue Bestimmung der einzelnen Bestandteile zu machen, besonders wenn schon auf dem Markte, wo der Verkauf stattfindet, die Entscheidung gefällt werden soll. Hiefür genügt die Bestimmung des spezifischen Gewichts und des Fetts.

Das spezifische Gewicht der Milch beträgt bei 15⁰ C. 1.029—1.034, sofern die Milch von einer Anzahl Kühen genommen ist. — Marktmilch. Das spezifische Gewicht

der Milch von einzelnen Kühen kann innerhalb weiterer Grenzen schwanken.

Milch- u. Molkereiprodukte	Wasser	Eiweiss	Fett	Milch-zucker	Asche	
Frauenmilch	87,41	2.29	3.78	6.21	0.31	
Kuhmilch	87.17	3.55	3.69	4.88	0.71	Rohr-zucker
Kondensierte Milch (mit Rohrzuckerzusatz) . .	25.61	11.79	10.35	13,84	2.19	36.22
Butter	13.59	0.74	84.39	0.50	0.66	
Käse, Rahmkäse . . .	36.33	18.84	40.71	1.02	3.10	
„ Emmentaler . . .	34.38	29.49	29.75	1.46	4.92	
„ Magerkäse . . .	46.00	34.06	11.65	3.42	4.87	
„ Sauermilchkäse . . (Quark, Topfen) .	52.36	36.64	6.03	0.90	4.07	
Magermilch	90.43	3.26	0.87	4.74	0.70	
Buttermilch	90.12	4.03	1.09	4.04	0.72	
Molken	93.79	0.60	0.07	5.10	0.44	Alkohol
Kumys (aus Stutenmilch) .	90.44	2.24	1.46	1.77	0.42	1.91
Kefir (aus Kuhmilch) . .	91.21	3.19	1.44	2.41	0.68	0.75

Die Messung wird mit besonderen Aräometern ausgeführt, welche L a k t o d e n s i m e t e r heissen. Die Teilstriche der Skala dürfen nicht zu nahe aneinander liegen, damit die Grade leicht abgelesen werden können.

Das Laktodensimeter wird in die sorgfältig durchgemischte Milch, deren Temperatur vorher mit einem kleinen Thermometer bestimmt wurde, eingesenkt. War die Temperatur nicht genau 15°, so muss eine Korrektion nach einer jedem Laktodensimeter beigegebenen Tabelle vorgenommen werden.

Das s p e z i f i s c h e G e w i c h t der Milch wird n i e d r i g e r, wenn diese g e w ä s s e r t wird, es wird e r h ö h t, wenn das Fett, welches ja leichter wie Wasser ist, a b g e s c h ö p f t wird. Durch Vornahme beider Manipulationen, W ä s s e r n und A b r a h m e n kann daher der Produzent eine m i n d e r w e r t i g e M i l c h von n o r m a l e m s p e z i f i s c h e m G e w i c h t herstellen. Es genügt deshalb die alleinige Bestimmung des spezifischen Gewichts nicht, d. h. ein normales Gewicht beweist nicht die Güte der Milch, während ein

anormales freilich schon auf eine Fälschung zu schliessen erlaubt.

Die notwendigste Vervollständigung der Milchkontrolle nach Bestimmung des spezifischen Gewichts besteht in der Fettbestimmung. Da in loco eine chemische Untersuchung nicht ausgeführt werden kann, sind verschiedene Methoden angegeben worden, welche darauf beruhen, dass die Milch bei normaler Zusammensetzung infolge der in ihr verteilten Fetttröpfchen einen bestimmten Grad von Undurchsichtigkeit besitzt, welcher abnimmt, wenn dieselbe mit Wasser versetzt wird.

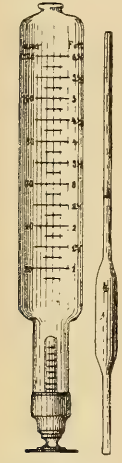


Fig. 182.
Fesers Lactoskop.

Im Gebrauch ist zumeist die Feser'sche Methode. Das Feser'sche Lactoskop (s. Fig. 182) besteht aus einem Glascylinder, in dessen unteres, verjüngtes Ende ein kleiner Milchglascylinder eingefügt wird, auf welchem mehrere schwarze Querstriche angebracht sind. Füllt man in den Glascylinder mit der beigefügten Pipette 4 ccm Milch, so verschwinden die Teilstriche, die undurchsichtige Milch verdeckt sie. Setzt man aber Wasser hinzu und schüttelt tüchtig, so werden die Teilstriche nach genügendem Wasserzusatz wieder sichtbar.

Der Apparat ist nun so eingerichtet, dass man, nachdem die Teilstriche sichtbar geworden sind, nur am Stand der Milch-Wassermischung den procentigen Gehalt an Fett abzulesen braucht. Das Lactoskop ist ein für die Marktkontrolle wohl geeigneter Apparat, gibt aber natürlich nur annähernd richtige Werte.

Das Marchand'sche Lactobutyrometer (Fig. 183) dient ebenfalls zur annähernden Bestimmung des Fettes in der Milch. Es besteht aus einer graduierten Glasröhre mit eingeschliffenem Stöpsel.

Man bringt mit der dem Instrumente beigefügten Pipette 10 ccm der gründlich gemischten Milch in die Glasröhre, setzt drei bis fünf Tropfen einer fünfprocentigen Essigsäure hinzu und schüttelt die verschlossene Röhre tüchtig durch. Darauf gibt man mit der Aetherpipette 10 ccm Aether hinzu und

schüttelt so lange, bis das Ganze eine gleichmässige Masse bildet. Schliesslich werden mit der Alkoholpipette noch 10 ccm 90—92 procentigen Alkohols zugefügt. Man schüttelt wiederum bis das ausgefällte Caseïn in feine Flöckchen zerteilt ist, wobei man einige Male zur Entfernung der überschüssigen Aetherdämpfe den Stopfen lüftet. Die Röhre wird dann 5—10 Minuten in einen mit 40—45° warmem Wasser gefüllten Cylinder gesetzt, in welcher Zeit die Aetherfettlösung sich oben absetzt. Dann stellt man die Röhre in 20° warmes Wasser, liest ab, wie viel Zehntel die Aetherfettlösung von der aufgeführten Skala einnimmt und berechnet dann den Fettgehalt der Milch nach der dem Lactobutyrometer beigegebenen Tabelle.

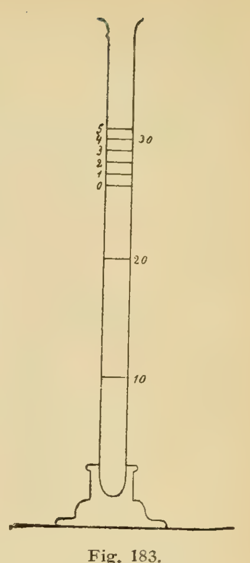


Fig. 183.
Marchands Lactobutyrometer.

Zur genauen Fettbestimmung werden 10 ccm im Hofmeister'schen Schälchen auf Gypspulver oder Quarzsand bei 100° getrocknet, die Masse nach dem Trocknen pulverisiert und im Soxhlet-Scombathi'schen Aetherextraktions-Apparat extrahiert, der Aetherextrakt wird gewogen.

Der gewichtsanalytischen Methode vollständig gleichwertig, aber bedeutend einfacher und in sehr kurzer Zeit — bei einiger Uebung kann man in einer Stunde drei Doppelbestimmungen ausführen — zu beenden, ist die Soxhlet'sche aräometrische Methode. Sie beruht darauf, dass die Milch mit Aether geschüttelt wird, wobei der Aether das Fett aufnimmt. Aus dem spezifischen Gewicht der Aetherfettlösung ist nach den empirisch ausgearbeiteten Tabellen der Fettgehalt zu entnehmen.

200 ccm auf 17—18° erwärmte Milch werden mit 10 ccm Kalilauge (spez. Gewicht 1,27) gut durchgeschüttelt. Hierzu gibt man 60 ccm wasserhaltigen Aethers (durch Schütteln von Aether mit $^1/_5$—$^1/_{10}$ Wasser und Abgiessen der darüberstehenden Aetherschicht erhalten). Die mit Gummistopfen

versehenen Flaschen werden erst eine Minute kräftig, dann eine Viertelstunde lang, jede halbe Minute durch drei bis vier leichte senkrechte Stösse geschüttelt, in der Zwischenzeit in ein Gefäss mit Wasser von ungefähr 17,5 eingesetzt. Nach weiterem viertelstündigem Stehen hat sich die Aetherschicht oben klar abgesetzt (besonders wenn die Milch frisch zur Untersuchung kommt, sonst dauert es etwas länger). Die Aetherschicht muss nun abgehoben werden. Zu diesem Zweck wird der Gummistopfen entfernt und ein anderer, doppelt durchbohrter, eingesetzt, durch dessen eine Bohrung ein rechtwinklich gebogenes Glasrohr eingefügt ist, welches mit einem kleinen Kautschukgebläse verbunden ist (Fig. 184). Das in der zweiten Bohrung steckende Glasrohr reicht in die Aetherfettschicht und kommuniziert mit einem Kühler, in dessen Innerem das zur spezifischen Gewichtsbestimmung der Aetherfettlösung dienende Aräometer sich befindet. Durch Einpumpen von Luft mit dem Gebläse wird dann die Aetherlösung aus der Flasche in den Kühler übergeführt, bis das Aräometer zu schwimmen beginnt. Man liest, nachdem die Spindel in Ruhe gekommen ist, das spezifische Gewicht und die Temperatur der Lösung von dem an der Spindel angebrachten Thermometer ab, nimmt, wenn die Temperatur nicht 17,5⁰ beträgt, eine Korrektion vor, indem für je 0,1⁰ mehr, 0,1 zur abgelesenen Zahl hinzuaddiert, für je 0,1⁰ weniger 0,1 abgezogen wird und liest aus der jedem Apparat beigegebenen Tabelle den der Zahl entsprechenden procentischen Fettgehalt ab.

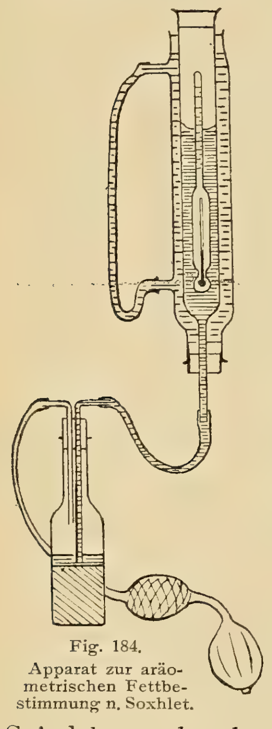


Fig. 184.
Apparat zur aräometrischen Fettbestimmung n. Soxhlet.

Die schnellste und dabei sehr genaue Methode zur Bestimmung des Fettes in der Milch ist die von Gerber, bei welcher sämtliche in der Milch vorhandenen Stoffe mit Ausnahme des Fetts in reiner konzentrierter Schwefelsäure unter

Zusatz einer ganz geringen Menge von Amyl-Alkohol gelöst werden, die Fettlösung unter Zuhilfenahme des Zentrifugal-Verfahrens abgeschieden und volumetrisch bestimmt wird.

In besonders hergestellte, in Fig. 185 abgebildete Butyrometer werden zuerst 10 ccm konzentrierte reine Schwefelsäure (spez. Gewicht 1,820—1,825 bei 15° C), dann 1 ccm Amyl-Alkohol (95—96° Tralles, Siedepunkt 124—130° C), zuletzt 11 ccm Milch eingefüllt, indem man die Milch auf den Alkohol fliessen lässt.

Fig. 185.
Gerbers Butyrometer.

Die Butyrometer werden dann sehr gut mit trockenen und rissefreien Kautschukstopfen verschlossen und unter Festhalten des Stopfens geschüttelt, wobei sich die Milch etc. sofort unter Erwärmung und Färbung löst. Nach der Lösung wiegt man das Butyrometer einige Male zur richtigen Durchmischung der ganzen Flüssigkeit hin und her und stellt es für kurze Zeit in Wasser von 60—70° C. Dann setzt man das Butyrometer in die dem Apparat beigegebene Centrifuge so ein, dass die Stopfen am Centrifugentellerrand anstehen, und centrifugiert, je nach der Temperatur — Sommer oder Winter — zwei bis drei Minuten, wobei das Fett in einer schön lichtbrechenden Schicht ausgeschieden wird.

Ist in den Proben die Fettschicht nicht scharf genug abgeschieden, so wird neuerdings ca. drei Minuten erwärmt und nochmals centrifugiert.

Nach dem Centrifugieren werden die Butyrometer nochmals ca. fünf Minuten in warmes Wasser von 60—70° C. eingestellt. Dann wird durch Druck auf den Stopfen die Fettschicht unten oder oben auf einen Teilstrich eingestellt und abgelesen. Jeder Strich bedeutet 0,1 % Fett in Gewichtsprocenten.

Bei Fettbestimmungen von Magermilch müssen die Butyrometer, nachdem sie mit Säure, Alkohol und Milch gefüllt sind, dreimal je zwei bis drei Minuten erst schwach, dann mässig stark geschüttelt und vor wie nach jedem Schütteln einige Minuten im Wasserbad von 60—70° erwärmt werden. Das Centrifugieren ist öfters zu wiederholen, nach-

dem die Butyrometer im 60—70° warmen Wasser wieder erwärmt wurden.

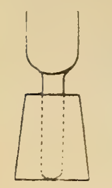


Fig. 186. Becher für Gerber's Butteranalyse.

Ein besonderer Vorteil dieser Methode liegt darin, dass mit ihr auch das Fett in festen Produkten, wie Rahm, Butter und Käse bestimmt werden kann. Hierzu dienen kleine Becherchen (s. Fig. 186), in welchen die zu untersuchende Substanz genau abgewogen wird. Die weitere Analyse gestaltet sich analog der Bestimmung des Fetts in der Milch. Die Details sind aus der dem Apparat beigegebenen Beschreibung zu entnehmen.

Kennt man das spezifische Gewicht und den Fettgehalt einer Milch, so kann man nach der von Hallenke und Möslinger angegebenen Formel die Trockensubstanz mit ziemlicher Genauigkeit bestimmen und zwar ist

$$\underset{\text{(Trockensubstanz)}}{T} = \left\{ \frac{S}{5} \begin{matrix}\text{(spez. Gewicht} \\ \text{bei } 15^0)\end{matrix} + \underset{F}{\text{Fettgehalt}} \right\} \cdot \frac{10}{8} \cdot \%$$

Gewichtsanalytisch bestimmt man die Trockensubstanz, indem man 10 ccm der sorgfältig durchmischten Milch in einen mit trockenem Quarzsand gefüllten und vorher gewogenen Tiegel einbringt, dann erst auf dem Wasserbad und zuletzt im Trockenschrank bei 100° trocknet und wägt.

Der Gehalt an Eiweiss resp. Stickstoffsubstanzen wird mit 5 ccm Milch nach der Kjehldahl'schen Methode bestimmt, doch ist deren Analyse, wie auch die des Milchzuckers, für hygienische Zwecke kaum notwendig.

Für den diätetischen (hygienischen) Wert der Milch kommen in Betracht:

1. der Grad der Verunreinigung;

2. die in der Milch vorhandenen Mikroorganismen und die durch einen Teil dieser hervorgerufenen Veränderungen der Milch;

3. fremde Zusätze.

Die Verunreinigung wird hauptsächlich durch Unsauberkeit im Stall (Lager, Euter des Tieres, Hände des Melkenden, Staub des Futters), dann auch durch Unreinlichkeit der zum Auffangen und zum Versandt der Milch gebrauchten Geräte hervorgerufen. Die Menge der Verunreinigungen wird be-

stimmt (nach Renk), indem man die Milch in einem Glascylinder absetzen lässt, die überstehende Flüssigkeit abhebert, mehrfach mit Wasser versetzt, jedesmal sedimentieren lässt, abhebert und schliesslich den in klarer wässeriger Lösung befindlichen Schmutz auf vorher getrocknetem und gewogenem Filter sammelt, trocknet und wägt.

Die durch die Verunreinigung und das Stehen der Milch bei zu hoher Temperatur rapid vor sich gehende Bakterienzunahme wird auf bakteriologischem Wege analog der Wasseruntersuchung bestimmt. Bei dem zumeist sehr hohen Bakteriengehalt darf nur sehr wenig Milch zur Analyse verwandt werden.

In gewissen Fällen wird die Bestimmung der Säure, welche infolge der Bakterienentwickelung in der Milch entsteht, in kürzerer Zeit ein Urteil über den diätetischen Wert der Milch verschaffen. Es werden 50 ccm Milch mit 2 ccm Phenolphtaleïnlösung versetzt und mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge tritriert, bis bleibende Rötung eintritt. 50 ccm normale Kuhmilch gebrauchen etwa 3,5 ccm.

Zur Verschleierung des Sauerwerdens und des dadurch bedingten Ausfallens des Caseïns wird der Milch Soda und Natriumbicarbonatlösung zugefügt, welche die Bildung freier Säure und das Ausfallen des Caseïns verhindern sollen. Dieser (übrigens nur selten verwandte) Zusatz ist zu verurteilen, weil in derartiger mit Alkali versetzter Milch die Bakterien vorzüglich gedeihen, ohne dass man dies durch das sonst auftretende Ausfallen des Caseïns bemerken kann.

Der Nachweis solchen Zusatzes wird geführt, indem man entweder die Milch verascht und dann einen abnormen hohen Aschengehalt findet; oder, indem man 10 ccm Milch mit 10 ccm neutralem Alkohol und 1 ccm Rosolsäure versetzt; tritt Rötung ein, so ist ein Vorhandensein von Soda oder doppelkohlensaurem Natron bewiesen.

Die beim Sauerwerden der Milch in Frage kommenden Milchsäurebakterien können zunächst nur für den Säugling gefährlich sein, da der Erwachsene sauere Milch, welche pro ccm Millionen von Keimen enthält, zumeist gern und ohne Schaden geniesst. Auch bei diesen kann Milch Krankheiten

erzeugen, wenn in ihr pathogene Bakterien vorhanden sind, für welche die Milch ebenfalls ein vorzüglicher Nährboden ist.

So ist es besonders durch Bollinger und seine Schüler bewiesen, dass die Milch tuberkulöser Kühe in mehr als der Hälfte aller Fälle Tuberkelbacillen enthält; sie kommen in der Milch vor, auch wenn die Euter der Kühe noch nicht von der Tuberkulose ergriffen sind. Es ist ferner festgestellt, dass auch Scharlach, Milzbrand, Typhus, Pocken, Ruhr durch Milch verbreitet wurde. Die öffentliche Gesundheitspflege hat daher die Pflicht, Massregeln zu ergreifen, welche die Verbreitung von Krankheiten durch den Genuss der Milch verhindern. Dies kann in dreifacher Weise geschehen:

1. durch häufige Untersuchung der Kühe durch Tierärzte und Ausschaltung der verdächtigen Tiere aus der Milchwirtschaft,
2. durch strenge Kontrolle der Milchwirtschaft vom Moment des Melkens bis zur Ablieferung an die Produzenten,
3. durch Vernichtung der schädlichen Keime der Milch (Sterilisation).

Besonders wegen ihrer Verwendung zur Säuglingsernährung muss schon in den Ställen die peinlichste Sauberkeit herrschen. Als sehr zweckmässig haben sich Rinnen bewährt, welche direkt hinter dem Stand der Kühe (s. Fig. 187) im Boden angebracht sind. Kot und Harn sammeln sich dann in denselben, ohne die Streu zu verunreinigen und können aus ihnen leicht entfernt werden.

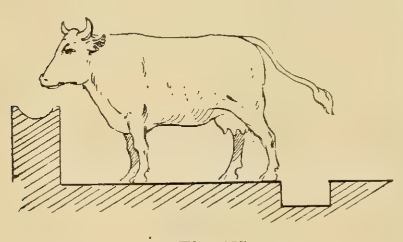


Fig. 187.
Kuhstall mit Rinne zur Aufnahme von Kot und Harn.

Vor dem Melken sind die Euter zu säubern, wie auch die Melkenden ihre Hände zu reinigen haben. Die Milch wird dann in sauberen Gefässen aufgefangen, sofort gekühlt und erhält sich gut abgekühlt (10°) bis 70 Stunden ohne nachweisbare Zersetzung.

Die Milch einer grösseren Anzahl Kühe desselben Stalles muss vermischt werden, weil dann eventuelle Schädlichkeiten eine starke Verdünnung erfahren und damit die Gefahr einer Erkrankung verringert wird.

Weiterhin muss der Milchhandel genau beaufsichtigt werden; besonders ist dafür zu sorgen, dass die Geschäftslokalitäten, in denen die Milch aufbewahrt und verkauft wird, von Wohn- und Schlafzimmern strenge getrennt werden.

Da der Produzent diesen Forderungen nur in seltenen Fällen nachkommt, muss sich der Konsument selbst vor den durch die Verunreinigung und das nachfolgende Bakterienwachstum entstehenden Gefahren schützen, indem er die beim Bezug der Milch in ihr enthaltenen Keime durch Sterilisation der Milch abtötet und die Milch vor einer erneuten Entwickelung von Mikroorganismen schützt.

Wie verderblich die Milch für die Säuglinge werden kann, ist durch Boeckh festgestellt worden, welcher nachwies, dass die Sterblichkeit der mit Kuhmilch ernährten Säuglinge eine ganz erheblich höhere ist, als die Sterblichkeit der Brustkinder. Diese Untersuchungen gaben u. A. den Anlass, der Kuhmilch mehr Aufmerksamkeit zu schenken und den Veränderungen derselben durch Mikroorganismen die enorm hohe Säuglingssterblichkeit zuzuschreiben.

Welche der zahllosen in der Milch durch die Infektion mit Luft, Futter, Staub, Kuhkot u. s. w. vorkommenden Bakterienarten die Ursache der hohen Kindersterblichkeit sind, ist noch nicht festgestellt; obwohl dies zu wissen, sehr wichtig wäre, weil hiervon die Art der Sterilisation abhängig ist. Früher glaubte man nur, den Milchsäurebakterien (s. S. 31), welche aus dem Milchzucker Milchsäure bilden, die sekundär das Caseïn zum Gerinnen bringt, die Schuld geben zu müssen, während neuere Untersuchungen Flügge's die Aufmerksamkeit auf Bakterienarten gelenkt haben, deren Sporen nach kurzem Kochen der Milch noch lebend bleiben. Es sind dies widerstandsfähige Anaëroben und eine grössere Zahl peptonisierender Bakterien, die trotz des Aufkochens nicht getötet werden, sich aber später, wenn die Milch bei einer ihnen günstigen Temperatur aufbewahrt wird, zunächst ohne sichtbare Veränderung der Milch sehr stark vermehren und dann die Magendarmerkrankungen des Säuglings veranlassen sollen.

Um sie, wie überhaupt alle Milchbakterien, unschädlich zu machen, muss die Milch entweder vollständig steri-

lisiert werden, was aber im Haushalt wegen der sonst nötigen vielstündigen Kochdauer unmöglich ist, oder aber die Milch muss durch kurzes Kochen von den leichter zu tötenden Keimen befreit und weiterhin bei einer Temperatur u n t e r 20⁰ aufbewahrt werden, damit eine schädliche Vermehrung der lebend gebliebenen widerstandsfähigeren Bakterien nicht eintritt. Ist es nicht möglich, die Milch bei der genannten Temperatur aufzubewahren, so muss die Aufbewahrungsdauer verkürzt und die Milch nach etwa 12 Stunden nochmals sterilisiert werden.

Für die Sterilisation der Milch ist eine sehr grosse Anzahl von Verfahren angegeben worden.

Um die Milch v o l l s t ä n d i g zu sterilisieren, muss sie entweder wiederholt bei einer Temperatur von 100⁰ (diskontinuierliche Sterilisation) oder durch Einwirkung gespannter Dämpfe bei 120⁰ erhitzt werden. Diese Methoden können nur bei der Sterilisation im grossen Anwendung finden.

Für die partielle Sterilisierung im grossen verwendet man ferner eine niedrigere Temperatur, um der Milch das natürliche Aroma, welches sonst etwas verändert wird, zu erhalten. Die Milch wird „p a s t e u r i s i e r t“, d. h. auf circa 75⁰ erwärmt und dann schnell auf niedere Temperatur (circa 8⁰) durch besondere Kühlapparate abgekühlt. Pasteurisierte Milch ist nicht total steril, hält sich jedoch einige Zeit unverändert.

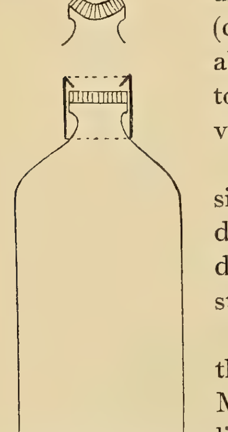


Fig. 188.
Sterilisation der Kindermilch nach Soxhlet.

Bei der Milchsterilisierung im Hause sind Verfahren in Gebrauch, bei welchen die Milch in Einzelportionen und solche, bei denen die ganze Tagesration auf einmal sterilisiert wird.

Die verbreitetste der empfohlenen Methoden ist die von Soxhlet nach ersterem Modus. Die für die Ernährung des Säuglings während eines ganzen Tages notwendige Anzahl Flaschen wird auf einmal hergerichtet und sterilisiert.

Das von Soxhlet angegebene Verfahren isf folgendes: Die

Milch wird in kleine Flaschen (s. Fig. 188) eingefüllt, welche mit einer kleinen runden Gummischeibe bedeckt werden, die durch ein kurzes übergestülptes Rohrstück vor dem Herunterfallen geschützt ist. Die Flaschen werden dann in einem passenden Einsatz in einen Kochtopf gestellt, welcher zur Hälfte mit Wasser angefüllt ist. Das Wasser wird im zugedeckten Topf zum Sieden erhitzt und fünfundvierzig Minuten lang im Sieden erhalten. Nimmt man dann die Flaschen aus dem Wasser heraus, so presst sofort der äussere Luftdruck die Gummiplatten an den Flaschenrand an, einen sehr fest haftenden, bakteriendichten Verschluss bildend (siehe den oberen Teil der Zeichnung). Auch bei starkem Schütteln werden die Plättchen nicht losgerissen, so dass man die Flaschen bequem transportieren kann.

Trotz der kurzen Zeit, welche seit Einführung der Soxhlet-Apparate verflossen (1886), haben sie doch schon eine ausserordentliche Verbreitung gefunden und überall haben sie sich bei der Säuglingsernährung vorzüglich bewährt.

Ausser dem Soxhlet'schen Verfahren sind noch eine Reihe anderer Methoden zur Milchsterilisierung für Säuglinge angegeben worden.

Fig. 189.

Wo das immerhin kostspielige Verfahren Soxhlets nicht durchführbar ist, ist es zur Sterilisierung der Säuglingsmilch, wie auch der für den allgemeinen Hausgebrauch bestimmten Milch am zweckmässigsten (Fig. 189), dieselbe in einen Topf einzufüllen, welcher in einen zweiten grösseren, mit Wasser gefüllten (Wasserbad) gestellt ist. Man erhitzt die beiden Töpfe, bis das Wasser siedet und lässt noch 10 bis 15 Minuten weitersieden.

Eine derartige Anordnung ist notwendig, weil Milch in gewöhnlichen Kochtöpfen nicht gekocht werden kann, da sie, sobald sie die Siedetemperatur erreicht, „überläuft"; dies wird vermieden, wenn die Milch im Wasserbade oder strömenden Dampf erhitzt wird, wobei sie die Siedetemperatur nicht ganz erreicht, oder durch bestimmte Kochtöpfe, wie ein solcher in Fig. 190 abgebildet ist.



Fig. 190.
Milchkochtopf nach Flügge.

Bei der partiellen Sterilisation der Milch ist es notwendig, die Milch nach dem Erhitzen möglichst rasch bis auf die Temperatur abzukühlen, welche eine ausgiebige Vermehrung der noch lebend gebliebenen Keime nicht mehr gestattet. Man thut daher gut, namentlich wenn die Milch in grösserer Menge in einem Gefäss sterilisiert wurde, den Topf zur schnelleren Abkühlung der Milch in einen zweiten mit kaltem Wasser gefüllten einzusetzen und die Milch später bei einer Temperatur unter 20⁰ aufzubewahren.

Milchpräparate.

Butter ist das erstarrte, aus der Milch abgeschiedene Fett, welchem rund 15 % süsse oder sauere Magermilch in gleichmässiger und feinster Verteilung beigemischt sind (Soxhlet). Die Butter enthält daher ausser 85 % Milchfett Wasser, Caseïn, Milchzucker und Salze. In verschiedenen Gegenden werden ihr mehr oder minder erhebliche Mengen von Kochsalz zugesetzt.

Schmilzt man die Butter durch Erwärmen über den bei 41—44⁰ liegenden Schmelzpunkt, so erhält man das Butterfett an der Oberfläche schwimmend, das man dann von den übrigen Bestandteilen abgiessen kann. Das so rein dargestellte Butterfett heisst Schmalz.

Gute Butter oder Butterschmalz haben einen angenehmen aromatischen Geschmack, während Butter, welche nicht mit der nötigen Sorgfalt hergestellt ist oder an ungeeignetem Orte aufbewahrt wird, „ranzig“ riecht und schmeckt. Der ranzige Geruch und Geschmack rührt von freien Fettsäuren her, welche im Milchfett ursprünglich nicht vorhanden sind, sondern sich erst später unter gewissen Bedingungen (Einwirkung von Bakterien und Einfluss von Luft und Licht) abspalten; der Gehalt an freien Fettsäuren gibt einen Masstab für die Güte einer Butter ab.

Man bestimmt die „Ranzidität“ der Butter, indem man dieselbe bei 40--50° erwärmt, nach Absetzen des Wassers und Caseïns filtriert und etwa 5 ccm des filtrierten Butterfettes in einem vorher gewogenen Kölbchen abwiegt. Das Fett wird in säure- und alkalifreiem Aether gelöst und mit $^1/_{10}$ alkoholischer Normalkalilauge und Phenolphthaleïn bis zu bleibender violetter Färbung titriert.

Der Gehalt an freien Fettsäuren wird in Ranziditätsgraden (R^0) angegeben, unter welchen man nach Köttsdorfer diejenige Menge freier Fettsäuren in 100 g Fett versteht, welche durch einen cubcm. alkoholischer Normalkalilauge neutralisiert wird.

8 R^0 werden als Grenzwert zwischen guter und schlechter Butter angegeben. Butter, welche mehr als 8 R^0 enthält, als gesundheitsschädlich zu betrachten, dürfte jedoch etwas zu weit gegangen sein.

In der Butter sind zahlreiche Mikroorganismen enthalten, bis 10—20 Millionen pro Gramm Butter; dieselben sind jedoch zumeist für den Erwachsenen ebenso unschädlich, wie der Genuss von sauerer Milch, mit der man eine noch viel erheblichere Menge von Mikroorganismen aufnimmt, als beim Verzehren von Butter. Der Nachweis, dass sich pathogene Bakterien (Cholera-, Typhus- und Tuberkelbacillen) wochenlang in der Butter lebend erhalten und die dadurch gegebene Möglichkeit der Uebertragung dieser Krankheiten beim Genuss der Butter führt jedoch ebenfalls darauf hin, dass der Milchwirtschaft eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss, wie dies weiter oben auseinandergesetzt wurde.

In den letzten Jahrzehnten wird neben der „Kuhbutter“ auch „Kunstbutter“ bereitet, welche zuerst, infolge einer Anregung Napoleon III., von dem französischen Chemiker Mège-Mouriès dargestellt wurde. Sie besteht grossenteils aus Rindsfett, dem des Geschmackes wegen Milchfett beigemischt ist. In ihrem Nährwert ist sie der Kuhmilchbutter gleich, auch sonst ist vom hygienischen Standpunkt nichts gegen sie einzuwenden, wenn zu ihrer Bereitung Fett von gesunden Tieren genommen wird. Ihre Einführung und weitere Verbreitung wäre sogar für die Volksernährung sehr zu wünschen, da die Nahrung der ärmeren Volksschichten meist fettarm und

fettbedürftig ist. Die Margarine enthält überdies zumeist bedeutend weniger freie Fettsäuren als die Kuhbutter.

Wegen der durch die Kunstbutter der Milchbutter erwachsenden Konkurrenz ist jedoch, in erster Linie zum Schutz der Landwirtschaft, dann auch zur Verhütung von Täuschungen beim Verkauf, *das Gesetz, betreffend den Verkehr mit Ersatzmitteln für Butter vom 12. Juli 1887* erlassen. Die Bezeichnung „Kunstbutter" ist nicht gestattet; hiefür ist die Bezeichnung „Margarine" eingeführt. *Margarine im Sinne dieses Gesetzes sind diejenigen, der Milchbutter ähnlichen Zubereitungen, deren Fettgehalt nicht ausschliesslich der Milch entstammt.*

Die Vermischung von Butter mit Margarine oder anderen Speisefetten zum Zweck des Handels mit diesen Mischungen, ist verboten. Unter diese Bestimmung fällt nicht der Zusatz von Butterfett, welcher aus der Verwendung von Milch oder Rahm bei der Herstellung von Margarine herrührt, sofern nicht mehr als 100 Gewichtsteile Milch oder 10 Gewichtsteile Rahm auf 100 Gewichtsteile der nicht der Milch entstammenden Fette in Anwendung kommen.

Käse besteht zum grossen Teil aus dem in der Milch enthaltenen Eiweiss (Caseïn) und Fett.

Durch Zusatz von Lab (ein in der Schleimhaut des Kälbermagens enthaltenes Ferment) oder durch spontane Säuerung oder endlich durch Zusatz von Säure wird das Caseïn der Milch flockig ausgefällt und dieses dann zu Käse verarbeitet. Hiebei geht Fett in verschiedener Menge und ausserdem noch Wasser, Milchzucker, Salze, bei Verwendung länger gestandener Milch, deren Zersetzungsprodukte Milchsäure u. s. w. in den Käse über. Je nach der Art der Herstellung erhält man Käse von verschiedener Beschaffenheit. Die Labkäse sind von feinerer Qualität und grösserer Haltbarkeit als die Sauermilchkäse. Die Käsesorten werden zumeist aus Kuhmilch, seltener aus Schaf- und Ziegenmilch oder gemischter Milch hergestellt. Die Labkäse bezeichnet man nach ihrer Beschaffenheit als Weich- oder Hartkäse. Ferner nennt man „fette" Käse solche, welche aus ganzer,

nicht abgerahmter, halbfette solche, welche aus einem Gemisch von ganzer und entrahmter Milch hergestellt werden und Magerkäse die aus letzterer bereiteten Käsearten.

Der Käse, besonders der aus entrahmter Milch bereitete Magerkäse ist für die Volksernährung von enormer Bedeutung. Neben der Sauermilch stellt er den billigsten Eiweissträger dar.

Erkrankungen durch Käse und zwar durch Ptomaïne, welche sich im faulenden Käse bilden, sind bisher nur selten beobachtet. Das die Vergiftungen hervorrufende sogenannte Tyrotoxicon (Käsegift) ist noch wenig untersucht, ebenso wie die Mikroorganismen, durch welche es gebildet wird, nicht näher bekannt sind.

Verschimmelter oder mit Würmern durchsetzter Käse muss als unappetitlich bezeichnet und sollte deshalb vom Genusse ausgeschlossen werden.

b) Pflanzliche oder vegetabilische Nahrungsmittel.

Als pflanzliche Nahrungsmittel geniessen wir zumeist die Samen der Pflanzen, nur selten die Pflanzen selbst.

Die pflanzlichen Nahrungsmittel unterscheiden sich von den tierischen, wie ein Blick auf die beigefügten Tabellen lehrt, durch den verschiedenen procentigen Gehalt an den einzelnen Nahrungsstoffen. Während bei den animalischen Nahrungsmitteln Eiweiss und Fett überwiegen, sind in den vegetabilischen Nahrungsmitteln hauptsächlich Kohlehydrate enthalten. Fett fehlt fast ganz und Eiweiss enthalten in grösserer Menge (20—25 %) nur die Leguminosen.

Die pflanzlichen Nahrungsmittel müssen fast durchweg durch vorherige Behandlung (Kochen, Backen u. s. w.) in einen Zustand versetzt werden, in welchem sie der Darm leichter resorbieren kann. Ein Teil der in ihnen enthaltenen Kohlehydrate, nämlich Cellulose oder Rohfaser, bleibt aber auch dann für den menschlichen Organismus zumeist wertlos, d. h. die Rohfaser kann durch die Säfte des Magen-Darmkanals nicht derart umgewandelt werden, dass eine

Aufnahme der Umwandlungsprodukte in den Säftestrom in erheblicher Menge möglich wäre.

Ein grosser Unterschied zwischen animalischen Nahrungsmitteln und vegetabilischen liegt ferner darin, dass mit den ersteren die Nahrungsstoffe in konzentrierterer Form genossen werden, während der ursprüngliche Wasserreichtum der letzteren, sowie die zu ihrer Zubereitung notwendige Wassermenge eine bedeutende ist und damit das grosse Volumen vegetabilischer Kost bedingen.

Als Vorzug der vegetabilischen Nahrungsmittel vor den animalischen ist schliesslich noch zu erwähnen, dass die Gefahr bei ihrem Genuss, Infektionskrankheiten zu erwerben, eine sehr geringe ist. Auch können beim Genuss zersetzter Vegetabilien nur ausnahmsweise Schädigungen eintreten, da sie bei ihrer Zersetzung nur sehr selten gefährliche Gifte bilden und da eine vorausgegangene Fäulnis gewöhnlich sehr leicht zu bemerken ist.

Die prinzipielle Frage, ob der Genuss von Vegetabilien oder animalischen Nahrung vorzuziehen ist, muss dahin beantwortet werden, dass zwar die Möglichkeit vorliegt und wissenschaftlich festgestellt ist, dass man mit Vegetabilien allein existieren kann, dass jedoch eine aus animalischen und vegetabilischen Nahrungsmitteln bestehende „gemischte Kost“ als Ideal einer Nahrung aufgefasst werden muss.

Bei der ausschliesslichen Aufnahme von Vegetabilien ist es nur schwer möglich, ein richtiges Verhältnis zwischen den einzelnen Nahrungsstoffen, Eiweiss, Fett und Kohlehydraten zu erhalten. Es fehlt am Eiweiss, weshalb auch die meisten Vegetarianer noch Milch, Käse und Eier geniessen. Auch die Völkerschaften, welche hauptsächlich auf vegetabilische Kost angewiesen sind, suchen diesen Mangel durch Genuss von Fischen, Milch und Käse möglichst zu beseitigen.

Das Volumen einer ausschliesslich vegetabilischen Kost ist auch ein so grosses, dass an den Magen-Darmkanal bei deren Bewältigung sehr hohe Anforderungen gestellt werden, besonders wenn die Nahrung ausreichen soll, einen stark arbeitenden Körper auf seinem stofflichen Bestande zu erhalten.

Vegetabilische Nahrungsmittel	Wasser %	Stickstoffhaltige Substanz %	Rohfett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %
Weizen	13.37	10.93	1.65	70.01	2.12	1.92
Roggen	13.37	10.81	1.77	70.21	1.78	2.06
Gerste	14.05	9.62	2.30	64.84	6.70	2.49
Hafer	12.11	10.66	4.99	58.37	10.58	3.29
Mais	13.35	9.45	4.29	69.33	2.29	1.29
Reis	12.58	6.73	0.88	78.48	0.51	0.82
Hirse	11.79	10.51	4.26	68.16	2.48	2.80
Buchweizen	12.68	10.18	1.90	71.73	1.65	1.86
Leguminosen.						
Erbsen	13.92	23.15	1.89	52.68	5.68	2.68
Bohnen	13.49	25.31	1.68	48.33	8.06	3.13
Linsen	12.33	25.49	1.93	52.84	3.92	3.04
Mehle, Brot.						
Weizenmehl, feinstes	13.37	10.21	0.94	74.71	0.29	0.48
„ gröberes	12.81	12.06	1.36	71.83	0.98	0.96
Roggenmehl	13.71	11.57	2.08	69.61	1.59	1.44
Gerstenmehl	14.83	11.38	1.53	71.22	0.45	0.59
Hafermehl	9.65	13.44	5.92	67.01	1.86	2.12
Maismehl	14.21	9.65	3.80	69.55	1.46	1.33
Stärkemehl	16.04	1.18	0.06	82.13	0.13	0.36
Weizenbrod, feineres	35.59	7.06	0.46	56.58	0.32	1.09
„ gröberes	40.45	6.15	0.44	51.12	0.62	1.22
Roggenbrod	42.27	6.11	0.43	49.25	0.49	1.46
Pumpernickel	43.42	7.59	1.51	45.12	0.94	1.42
Wurzelgewächse, Gemüse und Pilze.						
Kartoffel	74.98	2.08	0.15	21.01	0.69	1.09
Kohlrübe	87.80	1.54	0.21	8.22	1.32	0.91
Mohrrübe	86.79	1.23	0.30	9.17	1.49	1.02
Rettig	86.92	1.92	0.11	8.43	1.55	1.07
Gurke	95.20	1.18	0.09	2.31	0.78	0.44
Kopfsalat	94.33	1.41	0.31	2.12	0.73	1.03
Champignon (frisch)	91.28	3.74	0.15	3.51	0.84	0.48
Obst, frisch und getrocknet. freie Säure.			Zucker			
Aepfel 0.82	84.79	0.36	7.22	5.81	1.51	0.49
Birnen 0.20	83.80	0.36	8.26	3.54	4.30	0.31
Kirschen 0.91	79.82	0.67	10.24	1.76	6.07	0.73
Weintrauben . . . 0.79	78.17	0.59	14.36	1.96	3.60	0.53
Himbeeren . . . 1.42	85.74	0.40	3.86		7.44	0.48
Zwetschgen (getrocknet)	29.30	2.25	44.41	13.65	1.52	1.37
Aepfel „	27.95	1.28	42.83	12.12	4.99	1.57
Birnen „	29.41	2.07	29.13	25.20	6.87	1.67
			Fett			
Wallnüsse (Kerne)	7.18	15.77	57.43	13.03	4.59	2.00

Die Früchte der Getreidearten oder Cerealien.

Die verschiedenen Mehlarten, welche in vielfältigster Form wohl die wichtigsten Nahrungsmittel des Menschen bilden, sind aus den Früchten von Gräsern hergestellt: hauptsächlich sind bei den Kulturvölkern Roggen und Weizen in Verwendung.

Die Früchte der Getreidearten haben morphologisch keine gleichmässige Zusammensetzung.

Wie Fig. 191 zeigt, in welcher ein Weizenkorn mit seinen verschiedenen Schichten vergrössert dargestellt ist, folgt auf die Fruchthaut die zweischichtige Samenhaut, weiterhin die sogenannte Kleberschicht, endlich, den grössten Teil des Korns einnehmend, das Endosperm, in welches der Keimling eingebettet ist.

Die Dicke und der Bau der einzelnen Schichten ist bei den verschiedenen Getreidearten ein ungleicher und es ist deshalb möglich, aus der mikroskopischen Betrachtung der einzelnen Getreidefruchtteilchen, besonders aus Teilen der peripheren Schichten (Schale, Kleie), die Abstammung des Mehles zu erkennen.

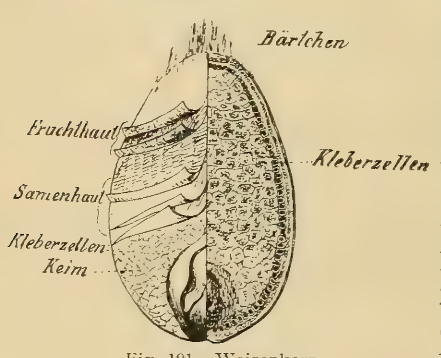


Fig. 191. Weizenkorn.

Bei der Mehlbereitung (Müllerei) werden die von allen fremden Bestandteilen (Unkrautsamen, Staub, Schmutz u. s. w.) gereinigten Getreidekörner zerquetscht und durch Absieben der kleinsten und oft wiederholtes Zermahlen der zurückbleibenden grösseren Teilchen in Mehl umgewandelt. Das Getreidekorn wird jedoch nicht in toto zu Teilchen vermahlen, es wird vielmehr nur das mehlige Innere des Getreidekornes von den äusseren Schichten (Bärtchen, Keim, Frucht- und Samenhaut und Kleberschicht) getrennt und in feinste Teilchen zerlegt. Je nach der Feinheit und dem Aussehen der Mehlteilchen unterscheidet man verschiedene Mehlsorten. Die abgeschiedenen

äusseren Schichten (bei ganz sorgfältiger Trennung sind es 18% des Weizenkornes) heissen Kleie und werden hauptsächlich als Viehfutter verwandt.

Die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Schichten des Getreides ist ebenfalls keine gleichmässige. Im Protoplasma der grossen Zellen des centralen Teils (Mehlkern) liegen die Stärkekörnchen, von Kleber- und anderen Eiweisskörpern umgeben. Die Stärkekörnchen bestehen nicht aus chemisch reiner Stärke, sie enthalten ausser Wasser auch noch geringe Mengen mineralischer Stoffe (phosphorsaure Alkalien). Durch besondere Manipulationen (Schwemmen) kann die Stärke aus den Mehlen ausgewaschen werden.

Der im Mehlkern neben Stärke vorkommende Kleber wird beim Auswaschen des Weizenmehles als eine zähe, klebrige Masse erhalten. Dagegen ist Kleber in den die Mehlteile einschliessenden Schichten (Schalenteilen), besonders auch in der sogenannten Kleberzellenschicht nicht enthalten. Der dieser Schicht fälschlich beigelegte Namen der Kleberzellen ist die Ursache, dass auch jetzt noch immer der Kleie ein besonderer Nährwert nachgerühmt wird: sie enthält stickstoffhaltige Verbindungen (Eiweiss) wie auch die centralen Teile, aber eben keinen Kleber.



Fig 192. Kartoffeln.

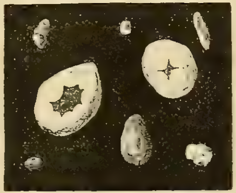


Fig. 193. Roggen.

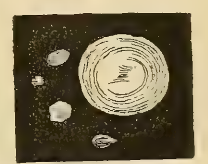


Fig. 194. Weizen.

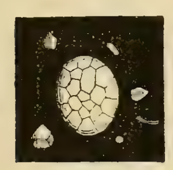


Fig. 195. Reis.

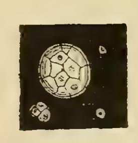


Fig. 196. Hafer.



Fig. 197. Mais.

(Vergrösserung sämtlicher Abbildungen 300-fach.)

In den Schalenteilen ist in erheblicherer Menge Cellulose und Asche enthalten.

Die Stärkekörner haben bei den verschiedenen Getreidearten ein ungleiches Aussehen.

In den Figuren 192—197 sind die verbreitetsten Stärkekörner bei 300facher Vergrösserung (n. Moeller) aufgezeichnet und zwar von Kartoffeln (Fig. 192), Reis (Fig. 195), Hafer (Fig. 196), Weizen (Fig. 194), Mais (Fig. 197), Roggen (Fig. 193). Es sei jedoch bemerkt, dass für diese Abbildungen charakteristisch aussehende Körner der einzelnen Arten ausgewählt wurden, während die Mehrzahl der in einem Mehl enthaltenen Stärkekörnchen keine charakteristische Form besitzt. Die mikroskopische Untersuchung der Stärkekörner ist daher nicht ganz leicht und erfordert einige Uebung. Wenn es sich um Untersuchung von Mehlen handelt, kann eine sichere Unterscheidung oft erst durch die Berücksichtigung der beigemengten Fruchthüllenbestandteile erfolgen.

Fälschungen des Mehles werden vorgenommen, indem billigere Arten mit teueren vermischt werden: derartige Fälschungen haben keine besondere hygienische Bedeutung. Ferner werden dem Mehl, um es schwerer zu machen, Gyps, Schwerspath, Kreide, kohlensaure Magnesia und andere Mineralbestandteile zugesetzt: sie sind durch Veraschung des Mehls und Auffinden eines erhöhten Aschengehaltes (über 2%) nachzuweisen.

Schäden für die Gesundheit können entstehen, wenn das Getreide vor dem Mahlen nicht genügend gereinigt ist und Mutterkorn (Secale cornutum) enthält, welches dadurch entsteht, dass sich ein Pilz, Claviceps purpurea, (pag. 11) auf den Getreidekörnern (zumeist Roggen) niederlässt und dort Sclerotien bildet. Es sind 2—3 cm lange, 2—5 mm dicke, aussen blauschwarze, innen weisse, schwach gekrümmte Körner. Es sind derartige Schädigungen übrigens nur selten beobachtet worden.

Weiterhin kommen im Mehl verschiedene Unkrautsamen vor, so die Kornrade, Wicken, Taumellolch.

Ferner sind zu nennen die Sporen von Ustilagineen oder Brandpilzen (Ustilago carbo, Tilletia caries u. s. w.),

welche die Getreidekörner zerstören (pag. 11). Die Unkrautsamen wie auch die Sporen der Brandpilze gehören zwar nicht ins Mehl, als gesundheitschädlich sind sie jedoch, wie dies besonders von der Kornrade behauptet wird, nicht zu betrachten.

Alle diese Beimengungen können mikroskopisch nachgewiesen werden. Einfacher noch gestaltet sich die chemische Untersuchung, indem man nach Vogl ungefähr 2 gr des Mehls in einem Reagensglas mit 10 ccm eines salzsäurehaltigen Alkohols (70 ccm absoluten Alkohols, 30 ccm Wasser, 5 ccm Salzsäure) erwärmt und schüttelt. Dieser wird rot bis violett bei Anwesenheit von Secale, orangerot bis goldgelb durch Kornrade oder Taumellolch, grün durch Wicken.

Das Mehl als solches ist zur Ernährung des Menschen nicht zu verwenden; durch verschiedenartige Zubereitung muss es erst hiezu geeignet gemacht werden. Seine hauptsächliche Verwendung findet es zur Herstellung des Brotes. Die Mehle werden mit Wasser zu einem Teig vermengt, welcher erst gelockert werden muss, da er sonst nicht geniessbar wäre. Hiezu benützt man die Fähigkeit der Hefe, aus Zucker Kohlensäure zu bilden, welche sich in kleinen Blasen bildet und dabei den Teig auseinanderreisst, lockert. Man setzt deshalb dem Teig entweder Presshefe (s. pag. 13) zu, oder Sauerteig, d. i. ein schon in Gärung befindlicher Teig, den man von der vorherigen Backung zurückbehalten hat.

Der Teig wird dann bei 25—30° der Gärung überlassen, bei welcher der vorhandene Zucker in Alkohol und Kohlensäure zerlegt wird und durch ein Ferment (Cerealin) neuer Zucker aus Stärke gebildet wird. Nebenbei werden noch einige Säuren (Milch- und Essigsäuren) gebildet, auch einige Produkte, welche dem Brot seinen eigentümlichen Geschmack verleihen. Bei Zusatz von schlechter, durch Bakterien stark verunreinigter Hefe oder Sauerteig kann die Gärung auch einen anormalen Verlauf nehmen, zu viel Säure gebildet werden. Zum Teil aus diesem Grund, teils weil man die Bildung der Kohlensäure auf Kosten der vorhandenen Stärke für eine Verschwendung hielt, hat man vorgeschlagen, die Kohlensäure auf rein chemischem Wege im Brote entstehen

zu lassen, durch Zusatz von kohlensauren Salzen und verdünnten Säuren (Horsford'sches Backpulver) oder Verdampfen von kohlensaurem Ammon (Liebig) oder endlich durch Beimengung von Kohlensäuregas. Die Herstellung derartigen ungegorenen Brotes ist eine schnellere, soll auch billiger sein; allgemeine Verwendung findet sie jedoch nicht, weil das Brot nicht so schmackhaft wird, wie gegorenes.

Nach der Lockerung des Teiges wird dieser im Backofen gebacken, indem er eine bis zwei Stunden einer Temperatur von circa 200° ausgesetzt wird. Hiebei wird der Teig zunächst noch lockerer, dann verflüchtigt sich die durch die Gärung gebildete Kohlensäure und der Alkohol, ein Teil des Wassers verdampft, die Oberfläche des Brotes wird geröstet.

In Folge der hohen Temperatur, welche auch im Innern des Brotes über 100° steigt, sterben die Hefepilze und Mikroorganismen ab.

Das Verhalten des Brotes im Magendarmkanal ist von der Getreideart und der Vermahlung der Getreidekörner abhängig. Am günstigsten (s. d. Tab. S. 370) verhält sich Weizenbrot (Semmel) aus fein vermahlenem Weizenmehl, am ungünstigsten der gewöhnlich aus grobem Roggenschrot (in einem kleinen Teile Deutschlands, Westfalen und Rheinprovinz) hergestellte Pumpernickel. Bei gleicher Vermahlung wird Weizenbrot besser resorbiert als Roggenbrot. Je gröber die Vermahlung, desto schlechter die Resorption (Ausnützung), desto grösser die ausgeschiedenen Kotmengen. Die Verwendung von Presshefe statt des Sauerteigs hat auf die Resorbierbarkeit (Kotbildung) keinen erheblichen Einfluss.

Nach den Resultaten der neueren diesbezüglichen Untersuchungen scheint die Technik der modernen Müllerei den an sie zu stellenden Anforderungen vollkommen zu genügen. Die leichter resorbierbaren (centralen) Teile der Getreidekörner werden zu einem sehr feinen Mehl vermahlen, während die peripheren Teile (Kleie), welche schwerer resorbierbar sind und die Abscheidung grösserer Mengen von Darmsaft bedingen, vom menschlichen Genuss ausgeschlossen, für das Vieh verwandt werden, dessen Verdauungskanal dieselben leichter und vollständiger bewältigen kann. Ob die Technik noch

weiter fortschreiten und es ermöglichen wird, dass auch die äusseren Schichten des Kornes, abgesehen von der verholzten Fruchthaut, derart vermahlen werden können, dass ein dem jetzigen Mehl aus den inneren Teilen gleichwertiges oder auch nur nahekommendes Produkt entsteht, ist sehr unwahrscheinlich.

Auch die Technik der modern eingerichteten Bäckereien muss als eine hoch entwickelte und den hygienischen Ansprüchen im allgemeinen genügende bezeichnet werden, während in den kleineren, älteren Bäckereien zumeist noch sehr arge Missstände, besonders in Bezug auf die Reinlichkeit des Betriebes, anzutreffen sind.

Das Brot wird beim Liegen hart, »altbacken«, was jedoch nicht durch den Wasserverlust bedingt ist, da man altbackenes Brot, wenn es nicht schon 70% des ursprünglichen Wassers verloren hat, durch Erwärmen wieder weich machen kann.

Verdorbene Mehle können nicht verbacken werden, weil der in ihnen enthaltene Kleber verändert ist, seine Elasticität verloren hat und deshalb beim Gären des Teiges die Kohlensäure nicht zurückhält; der Teig wird nicht locker. Solche Mehle werden backfähig gemacht, indem man dem Teig schwefelsaures Kupfer zusetzt, das Kupfer bildet mit dem Kleber eine unlösliche Verbindung. Zum selben Zweck wird auch dem für das Backen bestimmten Mehle Alaun zugesetzt. Gegen den Zusatz dieser Substanzen wäre vom hygienischen Standpunkte nichts einzuwenden, wenn nur geringe, für den Organismus unschädliche Mengen Verwendung fänden. Da dies in der Praxis nicht stets der Fall sein wird, müssen derartige Manipulationen immerhin als bedenklich bezeichnet werden.

Von den weiteren aus Mehl hergestellten Produkten wären vom hygienischen Standpunkte noch die Conditoreiwaren zu erwähnen, welche Gefahren erzeugen können, wenn für ihre Herstellung schädliche Beimengungen, vor allem giftige Farben, benützt werden. Der Nachweis derartiger Zusätze ist auf chemischem Wege zu führen.

Die Bedeutung der

Leguminosen (Hülsenfrüchte)

liegt in ihrem hohen Gehalt an Eiweiss. Sie sind deshalb zweckmässig als Eiweissträger zu benützen, wo Eiweiss möglichst billig beschafft werden soll.

Unter den

Wurzelgewächsen (Knollen)

hat die Kartoffel für die Ernährung der ärmeren Volksklassen eine sehr hohe Bedeutung. Ihre Hauptvorzüge sind ihr billiger Preis und die Möglichkeit, auf leichte Weise verschiedenartige, schmackhafte Gerichte herzustellen. Die Kartoffel zeichnet sich dadurch vor den Leguminosen aus, dass sie fortdauernd genossen werden kann, ohne dass Abneigung gegen ihre Aufnahme eintritt.

Für die ausschliessliche Ernährung der arbeitenden Klassen ist sie wegen ihres geringen Gehalts an Eiweiss ungeeignet, weshalb bei ihrem Genuss für das fehlende Eiweiss durch Fleisch, Milch, Käse u. s. w. gesorgt werden muss.

Die Gemüse, Kräuter und Pilze, wie auch das **Obst** sind diejenigen Nahrungsmittel, welche den Genussmitteln am nächsten stehen. Sie werden zumeist wegen ihres Gehalts an riechenden und schmeckenden Stoffen genossen; die Mengen, welche gewöhnlich mit der Nahrung verzehrt werden, enthalten nur wenig Nahrungsstoffe.

Der Nährgeldwert der Nahrungsmittel.

Der Wohlhabende wird zumeist ohne weitere wissenschaftliche Studien, wenn er nur seinem Gefühl folgt, sich richtig ernähren. Der weniger Bemittelte wird sich aber häufig nicht nach seinem Geschmack, dem Hungergefühl u. s. w. allein richten können, für ihn ist auch der Geldpunkt massgebend, seine Nahrung muss auch möglichst billig sein. Dieses Postulat muss besonders dort erfüllt werden, wo grosse Massen zu ernähren sind, wo es nicht in dem Belieben des Einzelnen steht, seine Nahrung zu wählen. In diesen Fällen ist es Pflicht

der Verwaltung, mit den gegebenen Mitteln diejenigen Nahrungsmittel zu beschaffen, welche bei relativ niedrigem Preis und verhältnismässig hohem Gehalt an Nahrungsstoffen die zweckmässigsten sind.

Dies kann erst geschehen, wenn man die Zusammensetzung der Nahrungsmittel und deren Preis in Beziehung bringt und aus diesen beiden Faktoren den Nährgeldwert jedes einzelnen Nahrungsmittels berechnet, worunter man den in Geld ausgedrückten physiologischen Wert eines Nahrungsmittels versteht. Dies ist nicht ganz einfach. Wären alle Nahrungsmittel gleichmässig d. h. aus nur einem Nahrungsstoff zusammengesetzt, so brauchte man nur die Trockensubstanz der Einzelnen zu bestimmen und hätte dann den Einheitspreis durch den Gehalt an Trockensubstanz zu dividieren, um den Nährgeldwert zu erhalten. So aber bestehen fast alle Nahrungsmittel aus den drei Nahrungsstoffen Eiweiss, Fett und Kohlehydraten, welche nicht unter einander gleichwertig sind, wodurch die Rechnung bedeutend kompliziert wird und zunächst unausführbar erscheint, da man zumeist Gleichungen mit drei Unbekannten erhält.

Es sind jedoch zur Lösung dieser für die Volksernährung überaus wichtigen Frage schon mehrfach Vorschläge gemacht worden.

Hier soll nur auf eine näher eingegangen werden, bei welcher Demuth den Nährwert der einzelnen Nahrungsmittel nach ihren physiologischen Wärmewerten und ihrer Preiswürdigkeit unter Zugrundelegung des Marktpreises bestimmte. Ein Unterschied zwischen vegetabilischen und animalischen Nahrungsmitteln wurde nicht gemacht und dies mit Recht, da die Eiweisskörper sowohl wie die Fette beider Arten eine annähernd gleiche Bedeutung für die Ernährung haben. Demuth berechnete zunächst, wie viel von den verbreitetsten 62 animalischen und 48 vegetabilischen Nahrungsmitteln man nach den Detailpreisen der Jahre 1880—89 für eine Reichsmark erhielt und welche Mengen von Nahrungsstoffen in diesen enthalten waren.

Er fand, dass im Durchschnitt enthalten waren in:

	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrate
	gr	gr	gr
1 Rm. animal. Nahrungsmittel	183.24	139.16	47.81
1 Rm. vegetabil. Nahrungsmittel	187.98	65.58	1072.35
1 Rm. animal. und vegetabil. Nahrungsmittel	185.31	107.04	494.88

Weiterhin berechnete Demuth den Wert des Fettes nach den Mengen, welche man für eine Reichsmark durchschnittlich erhält und zwar beim Einkauf von zwei vegetabilischen Fetten (Rapsöl und Olivenöl) und zwei animalischen Fetten (Rinder- und Schweinefett) zu 0,12 Pf. das Gramm.

Da für den Organismus 1 g Fett dieselben Dienste leistet wie 2,4 g Kohlenhydrate, so stellt sich demgemäss der Wert von ein Gramm Kohlehydrat auf durchschnittlich 0,05 Pf.

Substituiert man diese Zahlen für Fett und Kohlehydrate in die obige Gleichung, 1 Rm. = 185,31 g Eiweiss + 107,04 g Fett + 494,88 g Kohlehydrat, so erhält man durch Auflösung der Gleichung ein Gramm Eiweiss = 0,33 Pf.

Es war nun auf Grund der so gefundenen Zahlen leicht festzustellen, welchen Nährgeldwert jedes einzelne Nahrungsmittel besitzt, man brauchte nur die für eine Reichsmark in demselben zu erhaltenden Nährstoffe zu berechnen und für diese die gefundenen Geldwerte zu substituieren. Es stellte sich hierbei heraus, dass man für 1 Rm. animalischer Nahrungsmittel nur 78 Pf. Nahrungsstoffe, für 1 Rm. vegetabilischer Nahrungsmittel aber 1,22 Rm. Nahrungsstoffe erhält. Dabei ist aber zu bemerken, dass die animalischen Nahrungsmittel vom Körper vollständiger resorbiert, ausgenützt werden, als die vegetabilischen. Unter Berücksichtigung auch dieses Verhaltens hat nun Demuth schliesslich berechnet und zusammengestellt, wie viel von jedem Nahrungsmittel man für eine Reichsmark erhält, wie viel Nahrungsstoffe überhaupt und wie viel resorbierbare Nahrungsstoffe diese enthalten, wie viel Calorien die resorbierbaren Nahrungsstoffe liefern und welchen Nährgeldwert sie haben. Aus seinen Zahlen ist die folgende Tabelle zusammengestellt.

Für 1 Reichsmark erhält man

Nahrungsmittel	Gesamt-Gewicht	Nahrungsstoffe überhaupt			Resorbirbare Nahrungsstoffe			Nebengenannte Nahrungsstoffe	
		Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	liefern Wärmeeinheiten	haben einen Nährgeldwert in Pf.
Ochse, mittelfett	666	139.3	34.6	3.2	135.8	32.8	3.2	1.027.888	48.7
Kalb, fett . . .	727	137.3	53.9	0.5	133.8	51.2	0.5	1.197.480	50.3
Hammel, halbfett	666	114.0	38.4		111.1	36.5		935.570	41.0
Schwein, fett .	666	96.8	248.7		94.4	236.3		2.806.234	59.5
Pferd	2000	434.2	51.0	9.2	423.4	48.5	9.2	2.676.230	145.5
Gans	444	70.6	202.4		68.9	192.3		2.242.716	45.8
Huhn	444	82.1	41.5	5.3	80.1	39.4	5.3	792.380	31.2
Reh	400	79.1	7.7	5.7	77.1	7.3	5.7	472.460	23.6
Leberwurst . .	833	108.3	183.3	111.1	105.6	174.1	111.1	2.255.248	57.5
Schinken . . .	444	106.4	162.0	6.7	103.8	153.9	6.7	2.047.628	32.9
Hecht	400	73.4	2.0	2.5	71.5	1.9	2.5	390.969	23.8
Schellfisch . .	1000	107.9	3.4		166.6	3.3		898.130	
Häring, gesalzen	1000	189.0	168.9	15.7	184.3	160.5	15.7	2.531.260	55.4
„ geräuchert	500	105.6	42.6		103.0	40.4			79.1
(Bückling) .								931.606	39.0
Kuhmilch . . .	6250	213.1	228.1	300.6	202.5	216.7	306.6	4.409.242	108.0
Magermilch . .	10000	311.0	74.0	475.0	295.5	70.3	475.0	4.172.832	129.7
Magerkäse . .	1250	437.4	142.1	67.5	419.9	135.0	67.5	3.783.322	158.1
Hühnerei . . .	800	100.4	96.9	4.4	97.4	92.0	4.4	1.426.460	43.4
Erbsen	2500	571.3	44.8	1589.5	457.0	40.7	1430.6	8.640.809	227.2
Bohnen . . .	2500	581.3	53.5	1434.0	464.2	48.7	1290.6	8.482.462	223.6
Linsen	2250	578.3	42.5	1283.2	462.6	38.7	1154.9	7.519.706	215.0
Reis	1500	88.1	27.6	1178.3	70.4	25.7	1166.5	5.400.281	84.0
Weizenbrot . .	2000	141.2	3.2	1116.0	114.5	3.1	1104.8	5.155.566	88.4
Roggenbrot . .	4000	244.4	17.2	1989.2	188.2	15.5	1889.7	8.878.226	158.5
Kartoffeln . . .	16666	325.0	25.0	3578.2	221.0	23.3	3291.9	14.874.001	240.3
Gelbe Rüben .	50000	520.0	105.0	5400.0	312.0	98.7	4320.0	20.301.660	330.8
Schnittbohnen .	10000	272.0	14.0	778.2	223.0	13.2	661.3	4.000.106	108.3
Spargel	1000	17.9	2.5	36.7	14.7	2.4	31.2	227.286	6.7
Kopfsalat . . .	3333	47.0	10.3	97.3	38.5	9.7	82.7	634.759	18.0
Frisches Obst .	4500	22.5		720.0	18.5		612.0	2.605.140	36.7
			Alkohol			Alkohol			
Bier	4125	18.2	373.7		17.7	373.7		1.624.292	24.5
Pfälzer Wein .	1000		136.4			136.4		559.240	6.8

Die Genussmittel,

deren Wirkung schon oben (pag. 365) besprochen wurde, teilt man zweckmässig in zwei Arten,

1. solche, welche nicht selbst Speisen bilden, sondern entweder nur in der Rohsubstanz enthalten sind, oder bei deren Zubereitung entstehen, oder endlich zugesetzt werden.

Hieher gehören die schmeckenden und riechenden Bestandteile des Brotes, des Fleisches u. s. w. und die Gewürze, Pfeffer, Senf u. s. w.

2. sind es einzelne Getränke, auch Speisen, welche wegen ihres Wohlgeschmackes und ihrer anregenden Eigenschaften genossen werden, nicht aber wegen der in ihnen vorhandenen Nährstoffe, welche zu gering sind, als dass sie bei mässigem Genuss derselben in Betracht kommen könnten.

Zur ersten Art gehören

die Gewürze,

wohlriechende und wohlschmeckende Stoffe, deren Wirkung durch ätherische Oele und Harze hervorgerufen wird. Eine Gefahr für die Gesundheit kann durch ihren Genuss nicht entstehen.

Wegen des relativ hohen Preises, den sie haben, werden einzelne von ihnen vielfach gefälscht. Die Fälschung besteht gewöhnlich im Zusatz minderwertiger aber unschädlicher Pflanzenteile zu den gepulverten Gewürzen, deren Erkennung zum Teil durch die chemische Analyse, zumeist aber durch Betrachtung des mikroskopischen Bildes ermöglicht wird.

Die verbreitetsten Gewürze sind:

1. Früchte: Pfeffer, Paprika, Muskatnüsse, Kardamomen, Vanille, Anis, Kümmel, Koriander und Senf.
2. Blüten: Gewürznelken, Safran, Kapern.
3. Rinden: Zimmet, Galgant.
4. Wurzeln: Ingwer.
5. Knollen: Zwiebeln, Knoblauch.

Zur zweiten Art der Genussmittel, die wir als Speisen oder Getränke aufnehmen, gehören zunächst die

Alkaloidhaltigen Genussmittel,

über deren Zusammensetzung die nachfolgende Tabelle Aufschluss gibt.

Alkaloidhaltige Genussmittel.

	Wasser	Stickstoff-substanz	Alkaloid	Fett	Gummi und Zucker	Sonst. N.-freie Extratstoffe	Rohfaser	Asche
Kaffee ungebrannt . . .	11.23	12.07	1.21	12.27	8.55	33.79	18.17	3.92
„ gebrannt	1.15	13.98	1.24	14.48	0.66	45.09	19.89	4.75
			Coffeïn					
Grüner Thee	9.51	24.50	3.58	6.39	6.44	32.09	11.58	5.65
			Theïn					
Cacao (deutscher) . . .	6.35	21.50	1.82	27.34	2.53	31.65	5.44	5.19
„ (holländischer) . .	4.54	19.66	1.74	31.61		29.86	5.85	8.48
			Thebromin					
Chokolade	1.89	6.18	0.67	21.02	54.44	13.27	1.35	1.89

Der Kaffee wird aus dem bohnenförmigen Samen des Kaffeebaumes (Coffea arabica) hergestellt. Die Bohnen werden geröstet, „gebrannt“, wobei sich ihre Zusammensetzung ändert (s. Tabelle). Von dem gemahlenen Pulver werden 10—15 gr mit ungefähr 150 gr kochendem Wasser übergossen und nur das Filtrat getrunken.

Die Wirkung des Kaffees besteht, wie auch die des Thees, darin, dass das Centralnervensystem angeregt wird; das Gefühl der Müdigkeit schwindet.

Im allgemeinen übt der Kaffee, wenn er in mässigen Mengen genossen wird, eine schädliche Wirkung nicht aus. Es gibt jedoch auch Personen, die ihn nicht vertragen.

Die Fälschung des gemahlenen Kaffees besteht im Zusatz minderwertiger Substanzen, besonders auch schon abgekochten Kaffees, sogenannten Kaffeesatzes. Durch Einkauf der ganzen Bohnen kann man sich vor dieser übrigens hygienisch bedeutungslosen Fälschung schützen.

Statt des Kaffees werden durch den Handel vielfach Kaffeesurrogate verbreitet, welche aus gebrannten und zerkleinerten Zichorien, Zuckerrüben, Mohr- und gelben Rüben, Feigen und Cerealien, Leguminosen u. s. w. hergestellt werden. Vom hygienischen Standpunkte wäre gegen diese Kaffee-

surrogate nichts einzuwenden, da ihr Genuss für den Menschen ganz indifferent ist. Nur muss man verlangen, dass diese Surrogate auch mit ihrem wahren Namen bezeichnet werden und dass die Fabrikanten darauf verzichten, dem Publikum vorzutäuschen, dass ihr Genuss nicht nur wohlschmeckend und anregend, sondern auch nährend sein soll. Die Menge von Nährstoffen, welche in dem mit Kaffeebohnen oder Kaffeesurrogaten hergestellten „Kaffee" enthalten ist, ist minimal und kommt deshalb gar nicht in Betracht.

Der Thee wird aus den nach besonderem Verfahren getrockneten oder gerösteten Blättern des Theestrauches (Thea chinensis) hergestellt. Man übergiesst etwa 2 gr. Thee mit einer Tasse siedenden Wassers, lässt circa 5 Minuten stehen („ziehen") und erhält dann beim Abgiessen ein schwach bräunlich gefärbtes Getränk. Bei längerer Einwirkung des heissen Wassers auf die Theeblätter wird der Thee bitter, weil dann Gerbstoff in zu grosser Menge aufgenommen wird.

In hygienischer und physiologischer Hinsicht gilt vom Thee dasselbe, was über den Kaffee gesagt wurde.

Die Fälschungen des Thees beruhen zumeist in der Verwendung schon abgesottener Theeblätter und im Zusatz fremder Blätter, was durch mikroskopische Untersuchung festgestellt werden kann.

Der Cacao wird aus den Früchten des Cacaobaumes (Theobroma Cacao) bereitet, die man aufschneidet, einen Tag lang der Selbstgärung überlässt (Rotten) und dann trocknet. Die gemahlenen und teilweise entfetteten Samen werden als Cacao verkauft. Zur Herstellung des Getränks kocht man etwa 10 gr Cacaopulver mit 15 gr Zucker in einer Tasse Wasser auf; das Getränk wird unfiltriert genossen.

Der Cacao ist das mildeste der alkaloidhaltigen Getränke und hat vor diesen auch noch den Vorzug voraus, dass er verhältnismässig viel Nahrungsstoffe enthält.

Wird der Cacao fabriksmässig mit Zucker und Gewürzen (Vanille und Zimmet) zu einer festen Masse verarbeitet, so nennt man dieses vielverbreitete Präparat Chokolade. Diese wird als solche gegessen oder zur Herstellung von Speisen und Getränken benützt.

Auch der Cacao, wie die aus ihm hergestellte Chokolade werden durch Zusatz minderwertiger Stoffe, Cacaoschalen, Stärkemehl, billige Fette, mineralische Substanzen u. s. w. zum pekuniären, aber nicht zum Schaden der Gesundheit des Käufers häufig gefälscht.

Bei den alkaloidhaltigen Genussmitteln ist noch der Tabak zu erwähnen. Durch Aufnahme des beim Glimmen der Tabakblätter (verschiedener Nikotinarten) entstehenden Rauches erzeugen wir ebenfalls eine für unser Centralnervensystem zumeist angenehme Wirkung.

Der Rauch, aus den Verbrennungs- und Destillationsprodukten der Tabakblätter bestehend, enthält neben geringen Mengen von Nikotin, Pyridin- und Piccolinbasen, Schwefelwasserstoff, Blausäure, Ammoniak, Kohlensäure, Kohlenoxyd u. s. w.

Die Wirkung des Tabakrauchens ist verschieden; sie ist abhängig von der Stärke des gerauchten Tabaks und der Empfindlichkeit des Individuums. Während ein mässiges Rauchen mit Schäden für die Gesundheit gewöhnlich nicht verknüpft zu sein pflegt, kann ein zu starkes Rauchen verschiedene Erkrankungen zur Folge haben: hochgradige Nervosität, Amaurose, Pharnyx- und Magenkatarrh u. s. w.

Noch intensiver als das Rauchen wirkt das Tabakkauen, während das Schnupfen gewöhnlich keine schädlichen Folgen nach sich zieht.

Die Verfälschungen des Tabaks bestehen auch nur in der ungefährlichen Beimischung minderwertiger Blätter (Nuss, Rübe, Kartoffel), die mikroskopisch nachweisbar sind.

Schnupftabak, welcher in Bleifolien eingepackt ist, nimmt infolge seines Säuregehalts Blei auf (bis $2^1/_2{}^0/_0$), wodurch schon mehrfach Vergiftungen entstanden sind. Die Gefahr ist bei Vermeidung von Blei zur Verpackung des Schnupftabaks leicht zu umgehen.

Die alkoholhaltigen Genussmittel haben folgende Zusammensetzung:

	Wasser	Alkohol-Gew. %	Extrakt	Eiweiss-stoffe	Zucker	Dextrin	Asche
Schenk- oder Winterbier . . .	91.11	3.36	5.34	0.74	0.95	3.11	0.20
Lager- oder Sommerbier . . .	90.08	3.93	5.79	0.71	0.88	3.73	0.23
Exportbier	89.01	4.40	6.38	0.74	1.20	2.47	0.25
Ale	89.42	4.73	5.65	0.61	1.07	1.81	0.31
Porter	88.49	4.70	6.59	0.65	2.62	3.08	0.36
Most			18.79	0.32	16.05		0.27
Moselwein		7.99	2.44		0.03		0.18
Rheinweine		8.00	2.60				0.23
		Vol.					
Pfälzer-Weine		10.07	2.43				0.21
Franken-Weine		7.75	2.31		0.16		0.22
Badische Weine		7.00			0.10		0.22
Französische Rotweine . . .		9.71	2.56	0.27	0.30		0.25
Ungar-Weine (weiss)		10.48	2.33	0.17	0.07		0.20
Tokayer		12.16	23.64	0.44	19.73		0.34
Sherry		21.29	3.98	0.17	2.12		0.38
Deutscher Sekt (Rheingold) . .		9.60	20.52		17.85		0.11

Unter den alkoholhaltigen Genussmitteln nimmt in den meisten Teilen Deutschlands und Oesterreichs das Bier die erste Stelle ein.

Die Bierbrauerei zerfällt in 4 verschiedene Prozesse:

1. Die Malzbereitung: Gerste wird mit Wasser angerührt „geweicht“, nach drei bis vier Tagen auf die Malztenne gebracht, wo bei 10 bis 15° der Keimprozess beginnt. Gleichzeitig wird ein Ferment, die Diastase, gebildet, welches später beim Maischen die Stärke in Zucker (Maltose und Isomaltose) und Dextrin umzuwandeln hat. Durch die bei der Keimung stattfindenden Oxydationsvorgänge wird die Temperatur gesteigert. Der Keimprozess dauert acht bis neun Tage (Grünmalz); er wird nach dieser Zeit abgebrochen, indem das Grünmalz nach kürzerem oder längerem Trocknen auf eine Temperatur von 65—100° je nach der zu erzielenden Malzsorte gebracht wird (Darrmalz). Hiebei werden die Würzelchen

abgetötet, die dann unmittelbar nach dem Darren durch besondere Vorrichtungen zu entfernen sind.

Durch das *Darren* werden gewisse *Röstprodukte*, vorwiegend caramelartiger Natur, gebildet.

2. *Bereitung der Würze.*

Das Malz wird zerkleinert, „*geschrotet*“, mit warmem Wasser behandelt, wobei die *Stärke* in *Dextrin*, *Isomaltose* und *Maltose* übergeht. Der wässerige, von den unlöslichen Bestandteilen (den Trebern) befreite Auszug wird mit *Hopfen* (weibliche Blütendolden von Humulus lupulus) abgekocht, der Hopfen abfiltriert und schnell auf grossen Kühlgefässen (Kühlschiffen) auf 5 bis 10° abgekühlt. Durch den Zusatz von Hopfen erhält das Bier seinen eigentümlichen *Geschmack* und wird *haltbarer*. Das Eiweiss wird beim Kochen abgeschieden, die Diastase vernichtet.

Die schnelle Abkühlung ist notwendig, weil bei mittlerer Temperatur falsche Gärungen (besonders Milchsäurebildung auftreten.

3. Durch Zusatz von *Hefe* (in neuerer Zeit werden *Reinkulturen bestimmter Heferassen* verwandt, pag. 13) wird die *Gärung* eingeleitet, bei welcher der *Zucker* in *Alkohol* und *Kohlensäure* ($C_6H_{12}O_6 = 2\,C_2H_5OH + 2CO$) zerlegt wird. Je nach der bei der Gärung vorhandenen Temperatur unterscheidet man eine *Unter-* und eine *Obergärung*. Erstere verläuft langsamer und liefert ein haltbares Bier (die Hefezellen sammeln sich am Boden des Gärbottichs an), letztere verläuft bei 18 bis 25° bedeutend schneller (die Hefezellen schwimmen an der Oberfläche). Nach der *Hauptgärung* kommt das untergärige Bier in die *Lagerfässer*, wo es noch bei einer Temperatur von 0 bis 1° einer sehr langsam verlaufenden *Nachgärung* unterworfen ist.

Der quantitative Verlauf der chemischen Umbildungen bei der Bierbrauerei ist aus der folgenden instruktiven Tabelle von Schwackhöfer zu entnehmen.

Für 1 Liter Wiener Lagerbier sind erforderlich:

	Wasser	Stickstoffsubstanz		Stickstofffreie Extraktstoffe				übrige N. freie Substanz	Aetherische Oele	Harz	Gerbsäure
		i. Wasser löslich	i. Wasser unlösl.	Maltose	Dextrin	Stärke	Milchsäure				
300 gr Gerste	36.0	19.4	4.5	4.4	7.1	190.6	0.4	12.0			
Hieraus werden durch den Keimungsprozess											
420 gr Grünmalz	180.6	11.4	10.6	8.7	12.3	160.6	0.7	12.3			
Durch das Darren											
240 gr Darrmalz	9.6	12.4	6.9	10.2	12.8	157.4	0.8	9.9			
Hiezu kommen beim Sudprozess											
4 gr Hopfen	0.5		0.5					1.0	0.02	0.7	0.13
Es resultieren nach beendetem Sudprozess								Hopfenextrakt und Röstprodukte			
1.08 gr Würze	993.6		3.4	92.6	35.2		1.5	9.4			
Daraus entsteht nach beendeter Gärung mit 15 ccm Hefe						Alkohol					
1 Liter Bier	918.8		3.4	20.0	31.1	36.8	1.9	2.0			

In normaler Weise gebraute Biere, zu denen, wie es in Bayern gesetzlich vorgeschrieben ist, nur Gerste und Hopfen, Wasser und Hefe verwandt wird, haben etwa 3—4 Gew.-Procent Alkohol und im übrigen eine Zusammensetzung, wie sie aus der Tabelle (s. pag. 420) zu entnehmen ist.

Gutes Bier muss klar sein, es darf nicht Hefe in Suspension enthalten. Es muss weiterhin einen frischen, angenehmen Geschmack haben; saure, lange und schale Biere sind zu verurteilen.

Als sauer muss ein Bier bezeichnet werden, dessen Acidität 3 cbcm Normalkali, entsprechend 0.27 gr Milchsäure in 100 gr. Bier überschreitet. Die vorhandene Essigsäure darf nicht mehr als 1 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge entsprechend 0.006 gr Essigsäure zur Neutralisation erfordern.

Schal ist ein Bier, welchem die Kohlensäure mangelt, das zu lange gestanden hat, oder mit Bierresten aus nur teilweise geleerten Gläsern vermischt ist. Der Nachweis ist nur dann zu führen, wenn hierbei gleichzeitig vermehrte Säurebildung aufgetreten ist.

Das Langwerden des Bieres ist die Folge der Thätigkeit gewisser noch nicht näher bekannter Mikroorganismen.

Lästige Beschwerden der Harnblase und Harnröhre, kann zu junges Bier hervorrufen, d. i. ein Bier, das noch nicht genügend gegoren. Man erkennt dies am sichersten an dem charakteristischen Hefegeschmack solchen Bieres.*)

Ungenügend vergorene Biere können heftige Affektionen des Magen-Darmkanals hervorrufen, wenn mit ihnen Hefe aufgenommen wird, während der Genuss von Hefe allein, bei fehlender gärungsfähiger Substanz, unschädlich ist.

Die Untersuchung des Bieres Man bestimmt zunächst das spezifische Gewicht bei 17·5 C. (Westphal'sche Waage).

Den Extrakt, d. i. die Summe aller nichtflüchtigen Bestandteile, also = Bier — (Wasser + Alkohol + Kohlensäure) erhält man, indem man 100 gr abgewogenes Bier auf ungefähr 30 ccm abdampft, wobei der Alkohol sich verflüchtigt. Die erkaltete Flüssigkeit wird wiederum auf 100 gr. aufgefüllt, ihr spezifisches Gewicht bestimmt und aus der Balling-schen Tabelle der Extraktgehalt ermittelt.

Den Alkoholgehalt bestimmt man

1. durch Rechnung, indem man zum spezifischen Gewicht des Bieres 1000 hinzuaddiert und das spezifische Gewicht des Extrakts subtrahiert. Mit dem so gefundenen spezifischen Gewicht der Alkohollösung kann man aus der Holzner'schen Tabelle den Alkoholgehalt entnehmen.

---

*) Man hat früher geglaubt, aus dem aus der Analyse berechneten Vergärungsgrad, d. i. der Zahl, welche angibt, wieviel Procent des ursprüglichen Extraktgehaltes der Würze vergoren sind, einen Schluss auf die Lagerreife des Bieres machen zu dürfen und hat deshalb für den Vergärungsgrad eine Grenzzahl (wenigstens 28%) angegeben. Es ist dies jedoch unrichtig, da sehr gute Biere auch einen niedrigeren Vergärungsgrad haben können.

2. erhält man den Alkohol, indem man von 75 ccm Bier 50 ccm abdestilliert, in einem Piknometer auffängt und aus dem Gewicht des Destillats den Alkohol berechnet.

Zur Feststellung des Säuregrades (Acidität) werden 50 gr Bier zur Vertreibung von Kohlensäure auf 40° C. erwärmt und darauf mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge titriert.

Neben dem auf diese Weise gewonnenen Gesamtsäuregehalt interessiert noch die Menge der Essigsäure, welche nur in verdorbenen Bieren vorkommt. Man destilliert von 50 gr Bier im Wasserdampfstrom 200 ccm Destillat über, wobei die Essigsäure mit dem Destillat übergeht, während die Milchsäure zurückbleibt. Der Essigsäuregehalt des Destillats wird dann ebenfalls durch Titration bestimmt.

Durch Rechnung erhält man weiterhin die Würzekoncentration und den wirklichen Vergärungsgrad. Da sich bei der Gärung der Zucker der Würze in Alkohol und Kohlensäure zerlegt und zwar in annähernd gleichen Gewichtsmengen, so muss die ursprüngliche Würze, ausser dem im Bier noch vorhandenen Extrakt, eine Zuckermenge enthalten haben, welche gleich ist der doppelten Alkoholmenge des Bieres: Würze = Bierextrakt + 2 Bieralkokol.

Der wirkliche Vergärungsgrad gibt an, wie viel Procent des ursprünglichen Würzeextrakts der vergorene Zucker beträgt. Der letztere ist, wie oben auseinander gesetzt wurde, gleich der doppelten Menge des vorhandenen Alkohols; es ist also der wirkliche Vergärungsgrad = $\frac{100 \cdot 2 \text{ Alkohol}}{\text{Würzeextrakt}}$ %.

Die Fälschung des Bieres bezieht sich auf Verwendung von Surrogaten für die Bestandteile des Malzes (Stärke, Stärkezucker, Glycerin), auf Hopfensurrogate, Mittel zur Färbung des Bieres (Couleur), zum Conservieren desselben (Salicylsäure, saurer, schwefligsaurer Kalk) oder auf Zusatz von Stoffen, welche durch Entwickelung von Kohlensäure ein frisches Bier vortäuschen sollen (Moussierpulver) u. s. w.

Die Fälschungen sind zumeist leicht nachzuweisen. Wenn dieselben auch grossenteils ungefährlich sind, so ist es doch auch vom hygienischen Standpunkte erwünscht, dass zur Bierbrauerei nur Hopfen und Malz verwendet werden. Die Er-

folge der bayerischen Brauerei, welche jedes weitere Surrogat ausschliesst, haben zur Genüge bewiesen, dass man zur Herstellung eines guten Bieres nur Gerste, Hopfen, Hefe und Wasser gebraucht; die Surrogate sind also zum mindesten überflüssig. Wo man Ausnahmen gestattet, ist es sehr schwer, die richtige Grenze einzuhalten.

Das Ausschänken des Bieres

kann Krankheiten hervorrufen oder wenigstens das Bier ungünstig beeinflussen, wenn hierzu bleihaltige Hähne benutzt werden, wenn ferner das Bier nicht direkt aus dem Fass verschänkt wird, sondern erst ein mehr oder minder langes Röhrensystem zu passieren hat.

Derartige Bierschänkapparate sind dort notwendig, wo der Consum ein geringer ist und deshalb das einmal geöffnete Fass mehrere Tage stehen muss, bis es entleert ist. Es ist dann nötig, dass das Fass im Keller aufbewahrt wird, und da das Heraufholen eines jeden einzelnen Glases zu unbequem wäre, hat man vom Fass aus in das Schanklokal eine Röhre gelegt, durch welche das Bier heraufgepumpt wird.

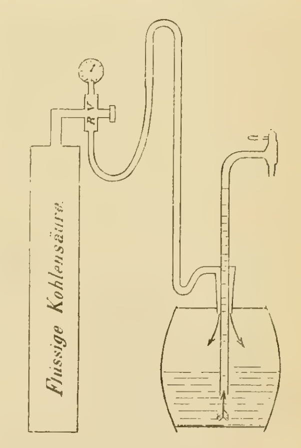


Fig. 197.
Apparat zum Ausschänken von Bier.

Solche Druckvorrichtungen*) entsprechen nur dann den hygienischen Anforderungen, wenn sie leicht zu reinigen sind, durchaus sauber gehalten werden und als Motor nicht eingepumpte beliebig entnommene Luft verwandt wird, sondern der Druck durch flüssige Kohlensäure hervorgebracht wird, indem die Fässer mit einem Ballon flüssiger Kohlensäure verbunden werden. Eine derartige Vorrichtung ist in Fig. 197 wiedergegeben; zwischen Kohlensäuregefäss und Bierfass ist zur Regulierung des Drucks ein Reducier-Ventil (R. V.) eingeschoben.

*) Die Verwendung von Druckapparaten beim gewerbsmäßigen Ausschank des Bieres ist in Oesterreich durch eine Min.-Verordnung vom 1. III. 92 geregelt.

Der Wein.

Während das Bier aus Wasser, Hefe, Hopfen und Malz hergestellt wird, kann der Wein ohne jeden Zusatz nur durch alkoholische Gärung aus Traubensaft bereitet werden. Auch der Zusatz von Hefe zum Traubensaft ist bei der Weinbereitung gewöhnlich ausgeschlossen; man überlässt ihn vielmehr meist der spontanen Gärung durch Hefepilze, welche auf den Beeren sitzend in den Most gelangen. In neuester Zeit hat man, zuerst in Frankreich, auch mit rein gezüchteter Hefe bei der Weinbereitung gute Erfolge gehabt.

Neben dieser Darstellung von »Naturwein« wird auch noch Wein durch Chaptalisieren, Gallisieren und Petiotisieren bereitet.

Unter Chaptalisieren versteht man den Zusatz von Marmorpulver oder reinem gefällten kohlensauren Kalk zum Most, wodurch freie Säure gebunden wird.

Gallisieren ist eine Verdünnung des sauren Mosts mit Wasser bis zur normalen Acidität (etwa $^1/_2$ %) und darauffolgendem Zusatz von Rohr- und Traubenzucker.

Unter Petiotisieren versteht man das nochmalige Ausziehen der schon ausgepressten Weintrester mit Zuckerwasser und weitere Behandlung mit wirklichem Wein.

Um dem Wein eine bessere Beschaffenheit zu geben, ihn süsser und vollmundiger zu machen, wird er mit Glycerin versetzt (Scheelisieren), oder mit Aetherarten (Essenzen, Weinölen, Bouquets).

Zur Herstellung einer feurigeren Farbe und schnelleren Klärung nimmt man Gyps.

Zur Färbung des Weins werden teils künstliche (Fuchsin u. s. w.), teils vegetabilische (Heidelbeeren, Malven) Farbstoffe verwandt, zur Conservierung Salicylsäure und schwefelige Säure.

Für den Kaufmann, den Konsumenten und den Nahrungsmittelchemiker ist es von Wichtigkeit, diese Weinverbesserungs- und Fälschungsmethoden zu kennen und im gegebenen Fall entscheiden zu können, ob ein Naturwein oder ein Kunstprodukt vorliegt. Der hygienische Standpunkt ist jedoch ein anderer. Es wäre unrichtig, den Zusatz des reinen Trau-

ben- oder Rohrzuckers zum sauren Most zu verbieten, da hierdurch das Getränk keinesfalls für die Gesundheit gefährlicher wird u. s. f.; hier kommt es nur darauf an, zu untersagen, was wirklich schädlich ist.

Dieser Standpunkt ist auch im *D. R.-Gesetz, betr. den Verkehr mit Wein, weinhaltigen und weinähnlichen Getränken* vom 20. April 1892 und Zusatz vom 29. April 1892 ausgesprochen.

Die nachbenannten Stoffe, nämlich: lösliche Aluminiumsalze (Alaun u. dgl.), Baryumverbindungen, Borsäure, Glycerin, Kermesbeeren, Magnesiumverbindungen, Salicylsäure, unreiner (nicht technisch reiner) Stärkezucker, Strontiumverbindungen, Theerfarbstoffe oder Gemische, welche einen dieser Stoffe enthalten, dürfen Wein, weinhaltigen oder weinähnlichen Getränken bei oder nach der Herstellung nicht zugesetzt werden.

Weine u. s. w., welchen einer der obgenannten *Stoffe zugesetzt ist, dürfen weder feilgehalten, noch verkauft werden.*

Dasselbe gilt für Rotwein, dessen Gehalt an Schwefelsäure in einem Liter Flüssigkeit mehr beträgt, als sich in 2 g neutralem schwefelsaurem Kalium vorfindet. (Ausgenommen ausländische Dessertweine, Süd-, Süssweine.)

Als Verfälschung des Weines im Sinne des Nahrungsmittelgesetzes ist n i c h t anzusehen:

1. die anerkannte Kellerbehandlung einschliesslich der Haltbarmachung des Weines, auch wenn dabei Alkohol oder geringe Mengen von mechanisch wirkenden Klärungsmitteln (Eiweiss, Gelatine, Hausenblase u. dgl.), von Kochsalz, Tannin, Kohlensäure, schwefliger Säure oder daraus entstandener Schwefelsäure in den Wein gelangen; jedoch darf die Menge des zugesetzten Alkohols bei Weinen, welche als deutsche in den Verkehr kommen, nicht mehr als einen Raumteil auf 100 Raumteile betragen;

2. die Vermischung (Verschnitt) von Wein mit Wein;

3. die Entsäuerung mittels reinen gefällten kohlensauren Kalks;

4. der Zusatz von technisch reinem Rohr- oder Invertzucker, technisch reinem Stärkezucker, auch in wässeriger Lösung, jedoch darf (bei inländischen Weinen) *durch den Zusatz wässeriger Zuckerlösung der Gesamtgehalt des Weines an Extraktstoffen*

nicht unter 1:5 g, der nach Abzug der nicht flüchtigen Säuren verbleibende Extraktgehalt nicht unter 1.1 g, der nach Abzug der freien Säuren verbleibende Extraktgehalt nicht unter 1 g, der Gehalt an Mineralbestandteilen nicht unter 0.14 g herabgesetzt werden.

Das spezifische Gewicht, die Gesamtmenge der freien Säuren (Acidität), sowie der flüchtigen Säuren, der Mineralstoffe u. s. w. werden analog den beim Bier angegebenen Methoden bestimmt.

Den Nachweis der übrigen Bestandteile, Zusätze und Fälschungsmittel zu führen, ist mehr Aufgabe des Nahrungsmittel-Chemikers als des Hygienikers, weil die Gefahr einer Gesundheitsschädigung durch sie an und für sich nicht bedeutend ist. Die Beschreibung dieser Methoden gehört daher nicht in dieses Buch.

In Oesterreich bestimmt das Gesetz vom 21. Juni 1880, dass

weinähnliche Getränke (gewöhnlich Kunstwein genannt) ferner Getränke, welche aus Traubensaft durch eine Versetzung oder Vermischung desselben mit anderen Stoffen, die wohl lediglich dazu dienen soll, die Beschaffenheit des Weines zu verbessern, oder ihn dauerhafter zu machen, sondern dazu dient, die Menge des weinhältigen Erzeugnisses zu vermehren, hergestellt werden, unter einer für Wein üblichen Bezeichnung weder angekündigt, noch feilgeboten, verkauft oder ausgeschänkt werden dürfen.

Vom Wein und Bier unterscheiden sich die nun noch zu besprechenden alkoholischen Getränke,

die Branntweine und Liqueure,

durch den bedeutend höheren Alkoholgehalt, wie dies aus der beigedruckten Tabelle hervorgeht.

	In 100 ccm		
	Alkohol Vol. %	Extrakt	Asche
Arrak	60.5	0.08 g	0.02 g
Cognac	69.5	0.65 „	0.01 „
Rum	51.4	1.26 „	0.06 „
Bonekamp	50.0	2.05 „	0,11 „
Kümmel	33.9	32.0 „	0,06 „

Sie werden hergestellt durch Gärung zuckerhaltiger Flüssigkeiten oder durch Verdünnen koncentrierten Alkohols mit Wasser unter Zusatz von Zucker und aromatischen Stoffen.

So entstehen die verschiedenen Branntweine durch Gärung von Roggen und Kartoffelmaische (Korn-, Kartoffelbranntwein, aus Weintrestern und Weinhefe (Cognac), aus Reismaische (Arrak), aus Zuckerrohrmelasse (Rum) u. s. f.

Die Schädlichkeit des Genusses von Branntweinen beruht in der dadurch bedingten Aufnahme relativ grosser und koncentrierter Alkohollösungen; es wäre deshalb zu wünschen, dass mehr als vierzig Volumprocent haltige Branntweine nicht hergestellt werden dürften (Baer).

Ob, wie vielfach angenommen wird, die in den meisten Trinkbranntweinen enthaltenen Fuselöle für den Organismus sehr schädlich sind, ist mit Sicherheit noch nicht erwiesen. Die Fuselöle, welche bei der Gärung von Traubenzucker als Nebenprodukte entstehen, sind Gemische von Propyl-, Isobutyl- und vorzüglich Amylalkohol, sowie deren Fettsäurerester; sie haben einen höheren Siedepunkt als der Alkohol, weshalb sie bei der Destillation grossenteils zurückbleiben. In den Branntweinen sind sie in verschiedener Menge enthalten, und zwar fanden sich in 265 im Reichsgesundheitsamt untersuchten Branntweinen 33 ohne Fuselöl, 106 enthielten —0.1%, 82 0.1—0.2%, 23 0.2—0.3%, 6 0.3—0.5%.

Wenn nun auch experimentell festgestellt ist, dass die verschiedenen Bestandteile der Fuselöle, besonders der Amylalkohol, schädlichere Wirkungen erzeugen als der Hauptbestandteil der Branntweine, der Aethylalkohol, so ist es jedoch keineswegs sicher, dass sie dies in der Verdünnung thun, in welcher sie in den Branntweinen enthalten sind. Nach den eben erwähnten Untersuchungen des Reichsgesundheitsamtes waren in maximo auf Aethylalkohol berechnet 1.177 Vol. % Fuselöl enthalten.

Keinesfalls sind aber die Fuselöle eine erwünschte Beigabe der Branntweine und sind deshalb stark fuselhaltige Branntweine zu bekämpfen.

Der quantitative Nachweis der Fuselöle erfolgt durch eine zuerst von Roese angegebene Methode. In einem besonders hergestellten Schüttelapparat wird ein bestimmtes Volumen Branntwein mit einer ebenfalls bestimmten Menge Chloroform geschüttelt und aus der Volumenzunahme des Chloro-

form nach beigegebener Tabelle der Gehalt an Fuselölen berechnet.

Trunksucht.

Während ein mässiger Alkoholgenuss, worunter man die tägliche Aufnahme von 1—2 Litern Bier oder $^1/_2$—$^3/_4$ Litern Wein verstehen kann, zumeist ohne nachteilige Folgen für die Gesundheit bleiben wird, ist es mit Sicherheit erwiesen, dass der gewohnheitsmässige Genuss grosser Alkoholmengen (die Trunksucht) für den Organismus schädlich ist.

Ob eine Schädigung des Organismus eintritt, ist jedenfalls nicht nur von der Menge der aufgenommenen alkoholischen Getränke, sondern auch von ihrer Beschaffenheit, ferner von der Konstitution, Beschäftigung u. s. w. des betreffenden Individuums abhängig.

Zur Verteidigung des Genusses alkoholischer Getränke wird angeführt, dass der Alkohol nahrhaft sein soll, worüber schon pag. 364 gesprochen wurde. Insbesondere wird auf die nicht unerheblichen Mengen von Nahrungsstoffen des Bieres hingewiesen, welche im Extrakt als Dextrin, Isomaltose, Proteïne u. s. f. vorhanden sind. Dem muss man jedoch entgegenhalten, dass diese Mengen von Nahrungsstoffen relativ gering sind und dass man, wenn man das Bier überhaupt zu den Nahrungs- und nicht zu den Genussmitteln zählen will, es jedenfalls als eins der teuersten Nahrungsmittel betrachten muss.

Nach der Seite 415 wiedergegebenen Tabelle entspricht der Nährgeldwert des Bieres etwa dem von Rehfleisch oder Hecht, er ist ungefähr halb so hoch, als der von Rindfleisch. Man kann es daher nicht billigen, wenn ein Arbeiter, dessen Familie jedenfalls nicht häufig Rindfleisch isst, jeden Tag das doppelt so teuere „Nahrungsmittel“ Bier in grösseren Mengen geniesst.

Der Alkohol soll ferner zur Arbeit anregen, wenn die Kräfte erschöpft sind. Diese Fähigkeit kommt ihm sicherlich zu, es ist nur fraglich ob diese Wirkung, wenn sie regelmässig hervorgerufen wird, für den Körper günstig ist. Berücksichtigt man, dass es für den erschöpften Organismus jedenfalls besser ist, wenn er ausruht, so wird man es keinesfalls für richtig

erklären, durch chronische Zuführung von Reizmitteln ihn über Gebühr anzustrengen. Die überlastete Maschine versagt dann frühzeitig ihren Dienst.

Der Alkohol ist ein Wechsel, ausgestellt auf die Gesundheit, der immer prolongiert werden muss, weil er aus Mangel an Mitteln nicht eingelöst werden kann. Der Arbeiter verzehrt das Kapital anstatt der Zinsen, daher dann der unvermeidliche Bankerott des Körpers. (Graf Lippe.)

Die Schädigungen des Alkohols erstrecken sich sowohl auf die Gesamtconstitution als auch auf einzelne Organe. Dass der gesamte Organismus leidet, spricht sich in der verminderten Widerstandsfähigkeit der Gewohnheitstrinker aus, die wiederum dadurch dokumentiert wird, dass bei Ausbruch von Epidemien stets die Trinker in grösserer Menge erkranken und erliegen.

Von einzelnen Organen, die durch das »Trinken« angegriffen werden, sind das Herz, die Nieren, die Leber, das Centralnervensystem besonders zu nennen.

Der Nachweis, dass der Alkoholgenuss nicht nur bestimmte Erkrankungen hervorruft, sondern den ganzen Organismus schädigt, was sich dann wieder in einem frühen Tode äussert, ist mit aller Sicherheit geführt worden.

Dies zeigen die Resultate englischer Lebensversicherungen, in denen die Personen, welche sich vollkommen des Alkohols enthalten (Temperenzler, Teatotaler, Abstainers), in einer besonderen Abteilung versichert sind. So werden in der United Kingdom Temperance and General Provident Association in der einen Abteilung nur die Personen versichert, welche keinerlei alkoholische Getränke zu sich nehmen (total abstainers), während in die andere Abteilung alle übrigen Personen aufgenommen werden. In der Enthaltsamkeitsabteilung traten in den Jahren 66—87 von 3937 erwarteten Todesfällen nur 2798 = **71** %, in der andern von 6144 5984 = **97** % ein, so dass also in der ersteren 26 % weniger starben.

Aehnliche Resultate haben auch andere englische Versicherungsgesellschaften.

Auch die Sterblichkeitsziffer der verschiedenen Berufsarten, wie sie später bei Besprechung der Gewerbe-

hygiene durch eine englische Statistik erläutert werden wird, zeigt mit absoluter Sicherheit, dass alle die Gewerbe, bei welchen viel Alkohol genossen wird, eine viel grössere Sterblichkeit haben, als die Berufsarten, bei welchen dies nicht der Fall ist.

Abgesehen von der Schädigung des Körpers übt auch der Alkoholismus einen sehr traurigen Einfluss auf die Moral des Trinkers aus. Unter den Verbrechern ist ein sehr grosser Procentsatz dem Alkoholismus ergeben.

Die bei weitem nachteiligste Wirkung des Alkokolismus liegt endlich darin, dass der Consum alkoholischer Getränke sehr kostspielig ist und dass durch die momentan angenehmen Wirkungen der alkoholartigen Getränke verführt, gerade der ärmere Teil der Bevölkerung einen viel zu hohen Procentsatz seines Einkommens diesem Genussmittel opfert. Bei einiger Einschränkung in der Aufnahme geistiger Getränke könnte ein grosser Teil der arbeitenden Bevölkerung die meist ungenügenden Wohnungs- und Ernährungsverhältnisse erheblich verbessern.

Zur Bekämpfung des Missbrauches alkoholischer Getränke bezw. der Trunksucht sind nun eine grosse Anzahl Massregeln empfohlen, welche in präventive und repressive zerfallen.

Die ersteren versprechen einen viel sicheren Erfolg, als die letzteren. Es ist bedeutend leichter, einen Menschen vor dem Alkoholismus zu schützen, als einen Gewohnheitstrinker zu einem soliden Lebenswandel zurückzubringen.

Zu den präventiven Massregeln gehören eine bessere Erziehung der Kinder der arbeitenden Klassen, Einrichtung gesunder, behaglicher Wohnungen, Beschaffung einer guten Ernährung durch Volksküchen, Consum-Anstalten, Haushaltungschulen, Volkskaffeehäuser, über welche bei Besprechung der Gewerbehygiene noch nähere Angaben folgen. Die vorgenannten Massregeln bezwecken, durch gute Erziehung, Herstellung erträglicher Verhältnisse und Kräftigung des Organismus den Genuss des Alkohols als Sorgenbrecher und Reizmittel zur Bewältigung der zugemuteten Arbeit überflüssig zu machen.

Eine sehr wirksame Agitation gegen die falschen im Volke vielfach verbreiteten Ansichten über die guten Wirkungen des Alkohols betreiben sodann die Mässigkeitsvereine, deren Mitglieder durch ihre Enthaltsamkeit den besten Beweis dafür geben, dass man ohne Alkohol recht gut existieren kann. (In England gibt es über vier Millionen Personen, die solchen Vereinen angehören.)

Die repressive Bekämpfung des übermässigen Alkoholgenusses

kann zunächst durch Beschränkung des Alkoholconsums ermöglicht werden. In dieser Beziehung haben Erfolg Einschränkung der Produktion, hohe Besteuerung der Branntweine, mässige Besteuerung der weniger gefährlichen, minder alkoholhaltigen Getränke, Verminderung der Zahl der Schankstellen, strenge Kontrolle der Schankwirte und Beaufsichtigung des Getränkehandels nach Ort und Zeit.

Direkt gegen die Trunksucht, zur Besserung der ihr Ergebenen, wirken Massregeln gegen die Gewohnheitstrinker, besonders Entmündigung des Trinkers und Unterbringung in Trinkerasylen zu seiner Besserung.

Gebrauchsgegenstände.

Im Anschluss an die Ernährung sind noch die Gebrauchsgegenstände zu besprechen, soweit sie hygienisches Interesse bieten.

Es gehören hierher vor allem die Geschirre, in denen die Speisen und Getränke zubereitet (Kochgeschirre), aufbewahrt und zum Genuss verabreicht werden. Sie können schädlich werden, wenn zu ihrer Herstellung Substanzen verwandt werden, welche bei Benützung der Geschirre in die Nahrung übergehen. Nach dem schon mehrfach citierten sogenannten Nahrungsmittelgesetz vom 14. Mai 1879 werden bestraft: *wer vorsätzlich Bekleidungsgegenstände, Spielwaren, Tapeten, Ess-, Trink- oder Kochgeschirr oder Petroleum**) *derart*

*) Siehe dieses Seite 277.

herstellt, dass der bestimmungsgemässe oder vorauszusehende Gebrauch dieser Gegenstände die menschliche Gesundheit zu beschädigen geeignet ist, ingleichen wer wissentlich solche Gegenstände verkauft, feilhält oder sonst in Verkehr bringt.)*

Als gefährlich werden Kupfer und Blei betrachtet. Die Furcht vor dem Kupfer, welches in allen Nahrungsmitteln in sehr geringen Mengen enthalten ist und bei Zubereitung sauer reagierender und fetter (ranziger) Speisen in kupfernen Gefässen in etwas grösserer Menge in die Speisen übergeht, endlich bei Konservierung der grünen Gemüse zur Wiederherstellung der durch das Erhitzen im Autoklaven (s. S. 50) verschwundenen grünen Farbe wieder zugesetzt wird (Reverdissage), ist nicht ganz begründet. Die Mengen von Kupfer, welche der menschliche Organismus ohne Gefahr aufnehmen kann, sind relativ gross. Da jedoch die unvorsichtige Benützung kupferner Kochgefässe zu Gesundheitsstörungen Veranlassung geben kann, ist eine Verzinnung derselben zu empfehlen.**) Das Blei ist ebenfalls nur unter bestimmten Bedingungen zu verwenden, welche in dem deutschen Reichsgesetz vom 25. Juni 1887 genau angegeben sind.

Ess-, Trink- und Kochgeschirre, sowie Flüssigkeitsmaasse dürfen nicht 1) ganz oder teilweise aus Blei oder einer in 100 Gewichtsteilen mehr als 10 Gewichtsteile Blei enthaltenden Metalllegirung hergestellt, 2) an der Innenseite mit einer in 100 Gewichtsteilen mehr als einen Gewichtsteil Blei enthaltenden Metalllegirung verzinnt oder mit einer in 100 Gewichtsteilen mehr als 10 Gewichtsteile Blei enthaltenden Metalllegierung gelötet, 3) mit Email oder Glasur versehen sein, welche bei halbstündigem Kochen mit einem in 100 Gewichtsteilen 4 Gewichtsteile Essigsäure enthaltenden Essig an den letzteren Blei abgeben.

---

*) Dieselbe Bestimmung ist auch in dem neuen österreichischen Nahrungsmittelgesetz, dessen Einführung bevorsteht, enthalten.

**) In Oesterreich ist die Verwendung unverzinnter, kupferner Gefäße durch Zuckerbäcker und bei fabriksmäßiger Erzeugung von Gemüseconserven unter bestimmten Bedingungen gestattet. (Min. Ver. v. 28. VIII. 84 und 5. VI. 88.

Für Deutschland kommt das auf folgender Seite citirte sogenannte Farbengesetz in Betracht.

Zur Herstellung von Druckvorrichtungen zum Ausschank von Bier, sowie von Siphons für kohlensäurehaltige Getränke und von Metallteilen für Kindersaugflaschen dürfen nur Metalllegierungen verwendet werden, welche in 100 Gewichtsteilen nicht mehr als einen Gewichtsteil Blei enthalten.

Zur Herstellung von Mundstücken für Saugflaschen, Saugringe und Warzenhütchen darf blei- oder zinkhaltiger **Kautschuk** *nicht verwendet werden.*

Zur Herstellung von Trinkbechern und von Spielwaren, mit Ausnahme der massiven Bälle, darf bleihaltiger Kautschuk nicht verwendet werden.

Zu Leitungen für Bier, Wein oder Essig dürfen bleihaltige Kautschukschläuche nicht verwendet werden.

Geschirre und Gefässe zur Verfertigung von Getränken und Fruchtsäften, ebenso Konservenbüchsen dürfen in denjenigen Teilen, welche bei dem bestimmungsgemässen oder vorauszusehenden Gebrauche mit dem Inhalt in unmittelbarer Berührung kommen, nicht mehr als 10 %/0 Blei enthalten.

Zur Aufbewahrung von Getränken dürfen Gefässe nicht verwendet werden, in welchen sich Rückstände von bleihaltigem Schrote befinden. Zur Packung von Schnupf- und Rauchtabak, sowie Käse dürfen Metallfolien nicht verwendet werden, welche in 100 Gewichtsteilen mehr als einen Gewichtsteil Blei enthalten.

Ein weiteres *Reichsgesetz vom 5. Juli 1887 nennt ferner die* **Farben,** *welche zur Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen*, ferner *zur Aufbewahrung und Verpackung von Nahrungs- und Genussmitteln, die zum Verkauf bestimmt sind, nicht verwandt werden dürfen.*

Gesundheitsschädliche Farben im Sinne dieses Gesetzes sind: Antimon, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Uran, Zink, Zinn Gummigutti, Korallin, Pikrinsäure.

Die Verwendung dieser Farben für *Spielwaren (einschliesslich der Bilderbogen, Bilderbücher und Tuschfarben für Kinder), Blumentopfgitter und künstliche Christbäume* ist ebenfalls verboten.

Bei Untersuchung auf Blei, Kupfer u. s. w. werden Geschirre mit einer 4%/0 Essigsäure gefüllt. Nach halbstündigem Kochen wird die Lösung filtriert und Schwefelwasser-

stoff eingeleitet. Entsteht eine braune oder schwarze Trübung, oder Niederschlag, so weist dies auf Blei, Zinn oder Kupfer hin. Der Niederschlag muss dann nach den Vorschriften der anorganischen Analyse weiter verarbeitet werden.

Bei Spielwaren, Farben etc. wird etwa 1/2 der abgeschnittenen oder abgekratzten Substanzen in verd. Salpetersäure gelöst und die Lösung auf Quecksilber, Blei, Zinn, Kupfer u. s. w. untersucht. Derartige Untersuchungen erfordern, besonders wenn sie quantitativ gemacht werden sollen, Erfahrung in analyt. chemischen Arbeiten.

Zur Herstellung von Tapeten, Möbelstoffen, Teppichen, Stoffen zu Vorhängen oder Bekleidungsgegenständen, Masken, Kerzen, sowie künstlichen Blättern, Blumen und Früchten dürfen Farben, welche **Arsen** *enthalten, nicht verwendet werden.*)*

Das Arsen wird mit Hilfe des Marsh'schen Apparates nachgewiesen. Dieser besteht aus einem Kolben, in welchem aus arsenfreiem Zink und verdünnter Salzsäure Wasserstoff entwickelt wird. Das Wasserstoffgas wird zum Trocknen über Chlorcalcium geleitet und durchströmt schliesslich eine schwer schmelzbare Glasröhre, welche an einer Stelle verengt, an ihrem Ende umgebogen und zu einer Spitze ausgezogen ist.

Bei Ausführung der Untersuchung prüft man zunächst, ob die verwandten Reagentien (Salzsäure und Zink) arsenfrei sind. Es geschieht dies, indem man während der Entwicklung des Wasserstoffs unter die schwer schmelzbare Glasröhre die Flamme eines Bunsenbrunners bringt; ist Arsen vorhanden, so wird der gleichzeitig mit dem Wasserstoff gebildete Arsenwasserstoff an der erhitzten Stelle in Wasserstoff und Arsen zerlegt, das Arsen lagert sich an der Verengung der Röhre als glänzender Metallspiegel ab.

Hat jedoch die Vorprüfung das Freisein der Reagentien von Arsen ergeben, so wird die zu untersuchende Substanz in verdünnter Salzsäure gelöst, in den Kolben gebracht und die Untersuchung auf Bildung eines Arsenspiegels in

---

*) Weitere Details über Verwendung von Farben u. s. w. sind im Gesetz nachzulesen.

der eben erläuterten Weise fortgesetzt. Bei Vorhandensein von Antimon bildet sich ein dem Arsen ähnlicher, aber mehr matter Spiegel. Man kann nun den Arsenspiegel vom Antimonspiegel u. a. dadurch unterscheiden, dass ersterer in einer Lösung von unterchlorigsaurem Natron, die man durch Fällen von Chlorkalklösung mit Soda erhält, gelöst wird, der Antimonspiegel aber nicht.

Literatur: Voit, „Physiologie der Ernährung"; Forster, „Ernährung und Nahrungsmittel", Handb. d. Hyg. von Pettenkofer und Ziemssen. König, „Menschliche Nahrungs- und Genussmittel"; Lintner G., „Handbuch der landwirtschaftl. Gewerbe"; Soxhlet, „Milchsterilisierung" Münchn. med. Wochenschrift 1890; Scholl, „Hygiene der Milch"; Flügge; „Aufgaben und Leistungen der Milchsterilisierung", Zeitschrift f. Hyg. 1894. Baer, „Trunksucht"; Th. Weyl, „Die Gebrauchsgegenstände", Hdb. d. Hyg. v. Weyl.

Infektionskrankheiten.*)

I. Entstehung und Verbreitung.

Betrachtet man eine beliebige Morbiditäts- oder Mortalitäts-Statistik, auf welcher die Erkrankungen oder Todesfälle einer grösseren Menschengemeinschaft für eine bestimmte Zeit zusammengestellt sind, so fällt von vornherein das Vorwiegen der von Infektionskrankheiten Befallenen auf.

Derartige Statistiken begründen daher zur Genüge das grosse Interesse, welches von jeher öffentliche Gesundheitspflege und Hygiene der Entstehung, Verbreitung und Verhütung der Infektionskrankheiten entgegengebracht haben. Kein Teil der Hygiene ist mit solchem Fleiss und solcher Energie bearbeitet, auf keinem Gebiet sind so viele Hypothesen aufgestellt, verfochten und bekämpft worden, ohne dass die erhoffte Klärung aller zu untersuchenden Fragen, die erwünschte Einigung in Bezug auf die geeignetsten Massregeln der Bekämpfung der für Mensch und Tier so verderblichen Seuchen erfolgt wäre.

Es ist dies Beweis genug, dass die Verhältnisse sehr kompliziert und schwierig liegen und dass glücklicherweise zum Entstehen einer Infektionskrankheit nicht nur ein pathogener Mikroorganismus gehört, welcher ein zufällig anwesendes Individuum zu befallen braucht, um eine Infektionskrankheit bei diesem zu erzeugen.

---

*) In diesem Kapitel werden die Infektionskrankheiten zunächst von einem allgemeinen Gesichtspunkte aus besprochen; die spezielle Erörterung der einzelnen Infektionskrankheiten folgt im zweiten Teil des Kapitels.

Man unterscheidet die die Krankheiten verursachenden Mikroorganismen in endogene oder contagiöse und ectogene oder miasmatische.

Die endogenen oder contagiösen können gewöhnlich nur im menschlichen resp. Tierkörper existieren, sich dort vermehren, ausserhalb des Körpers sich aber nicht erhalten, und wirken also nur bei direkter Berührung oder wenigstens kurze Zeit, nachdem sie den ersten Wirt verlassen haben, ansteckend.

Die ectogenen oder miasmatischen*) wirken nie — oder nur ganz ausnahmsweise — direkt contagiös, sie treten nicht unmittelbar von einem Individuum auf ein anderes über, sondern sie haben ihre Entwicklungsstätte in der Umgebung, Luft, Wasser, Boden, von wo aus sie unter bestimmten Umständen den Menschen befallen (Malaria).

Zwischen diesen beiden Kategorien stehen diejenigen Mikroorganismen, die sowohl auf die eine wie die andere Weise sich verbreiten und inficieren können und die man deshalb contagiös-miasmatische genannt hat.

Von einzelnen Autoren werden übrigens auch diejenigen contagiösen Krankheiten, deren Erzeuger überhaupt ausserhalb des Körpers existieren können, den ectogenen zugewiesen. Diese nennen dann endogen nur die Keime, welche ausschliesslich im Innern des Tierkörpers leben, ausserhalb desselben aber nicht bestehen können.

Die Verbreitung der Infektionskrankheiten kann auf verschiedenen Wegen geschehen.

Zunächst kann der Kranke selbst den Infektionsstoff durch den Mund (Sputum, Speichel) mit den Faeces, durch die Haut bei deren Abschuppung oder Berührung direkt auf Andere übertragen. Oder aber er kann indirekt durch Verunreinigung der von ihm benutzten Geschirre, Wäsche,

*) Unter Miasma (μίασμα von μιαίνειν beflecken) verstand man ursprünglich gasförmige anorganische Körper, welche von einer Oertlichkeit ausgehend Infektionskrankheiten zu erzeugen im stande sein sollten; diese Annahme ist durch die Forschungen der letzten Jahrzehnte als irrig erwiesen, der Name ist jedoch für die oben definierten ectogenen Erkrankungen noch in Gebrauch.

Kleider, Betten, durch Uebertragung der Keime auf die Wohnung (Luft, Tapeten, Fussboden, Fehlbodenfüllung) eine Infektion verursachen. Die Infektionsstoffe können dann in die weitere Umgebung des Menschen übergehen, sie gelangen mit den Abfallstoffen und Abwässern in den Boden und die vorüberziehenden Flüsse, wo sie je nach den dort gegebenen ihnen schädlichen oder günstigen Bedingungen bald zu Grunde gehen oder weiter existieren und zu neuen Erkrankungen Anlass geben können.

Wie die Verbreitung der Infektionserreger eine mannigfaltige, so ist auch der Weg, auf welchem sie Mensch und Tier beschleichen, und die Pforte, durch welche sie in diese eindringen, sehr verschieden.

Diejenigen Mikroorganismen, welche durch die Luft ihre Verbreitung finden, werden mit dieser in die Lungen eingebracht, wo sie sich ansiedeln und zunächst dort, später aber auch sekundär an anderen Organen des Körpers ihre pathogene Wirkung hervorbringen können.

Sie können, wenn sie von der Luft aus in den Mund gelangt sind, auch dort eingespeichelt werden und dann in den Magen-Darmkanal übergehen.

Mit der Nahrung — den Speisen und Getränken — eingeführte Keime gelangen in den Magen-Darmkanal, von wo aus sie ihre inficierende Wirksamkeit entfalten.

Eine grosse Anzahl von Infektionskrankheiten beginnt auf der Haut und kann von dieser auf die übrigen Körperteile übergehen.

Es sind übrigens nicht alle pathogenen Mikroben auf nur eine Eintrittspforte angewiesen; einzelne vermögen an verschiedenen Stellen einzudringen, so kann die Tuberkulose in der Lunge (Phthise), im Darm (Darmtuberkulose), auf der Haut (Impftuberkulose und Lupus) ihren Anfang nehmen u. s. w. —

Die verschiedenen Individuen verhalten sich gegen Krankheitserreger ungleich. Manche Infektionserreger sind bestimmten Tierarten oder Racen, sowie einzelnen Individuen gegenüber, machtlos; man bezeichnet dann letztere als immun gegen

diese Erkrankungen, oder aber sie werden bei Ausbruch der Krankheit leicht und schnell ergriffen. in welchem Fall man sie disponiert oder empfänglich für dieselbe nennt.

Die Immunität kann angeboren oder erworben sein.

Dass unter derselben Art verschiedene Abarten oder Racen für bestimmte Erkrankungen ungleich empfänglich sind, zeigen z. B. die Neger, welche für Malaria und Gelbfieber weniger, für Pocken und Tuberkulose bedeutend mehr disponiert sind, als die weisse Race. Für Cholera wiederum sind die Europäer bedeutend mehr disponiert, als die Hindus u. s. w.

Krankheiten, welche bei den Menschen häufig, bei Tieren gar nicht vorkommen, sind Syphilis, Scharlach, Masern, Cholera, Gonorrhoe, Typhus. Unter den Tieren sind weiterhin einzelne Arten gegen Infektionskrankheiten immun, für welche andere sehr empfänglich sind. So können Hunde den beim Weidevieh sehr verbreiteten Milzbrand nicht erwerben, Kaninchen nicht den Rotz, Wiesel nicht die Tuberkulose. Hausmäuse sterben nach Impfung mit dem von Koch gefundenen sogen. Mäusesepticämiebacillus, gegen welchen Feldmäuse immun sind. Der Mikrococcus tetragenus tötet weisse Mäuse, ist aber den grauen gegenüber unschädlich.

Die Immunität kann aber auch, wo sie noch nicht vorhanden ist, erworben werden, d. h. das Individuum kann gegen das Befallenwerden durch eine Infektionskrankheit geschützt und sogar nach schon begonnener Krankheit durch Behinderung der weiteren Entwicklung geheilt werden. Erworben wird die Immunität gegen bestimmte Krankheiten ohne besonderes Zuthun durch einmaliges Ueberstehen derselben (Pocken, Masern, Scharlach, Typhus u. a.). Der Körper ist dann gegen einen weiteren Angriff derselben Krankheit ganz oder eine Zeit lang gesichert.

Dieser Schutz kann aber auch künstlich hervorgerufen werden. Nach diesem Ziel, für die einzelnen Infektionskrankheiten erfolgreiche Immunisierungsverfahren zu erforschen, wird gerade in jüngster Zeit, seitdem die Bakteriologie ihren Aufschwung genommen hat, mit emsigem Fleiss und unendlicher Mühe gestrebt.

Der englische Arzt Jenner war der erste, welcher im vorigen Jahrhundert ein derartiges Verfahren zum Schutz gegen die Pocken eingeführt hat, welches heute noch mit Erfolg benützt wird. Er machte die Beobachtung, dass, wenn Menschen die Kuhpocken (cow pox), wahrscheinlich eine abgeschwächte Form der menschlichen Pocken (Variola, Small pox) überstanden haben, sie dann mit Variola inficiert werden können, ohne zu erkranken. Er wies ferner nach, dass die Kuhpocken auch von einem Menschen zum anderen immer wieder mit demselben Erfolge künstlich übertragen werden können.

Während die Kuhpockenimpfung gewöhnlich zu einer Zeit ausgeführt wird, da eine Erkrankung noch gar nicht in Aussicht steht, noch gar nicht zu fürchten ist (Präventivimpfung), werden die übrigen jetzt beim Menschen angewandten und versuchten Impfungen erst dann vorgenommen*) wenn die Infektion schon stattgefunden hat, wenn das Krankheitsvirus schon übertragen ist. Diese Impfungen, welche den schon inficierten Organismus vor dem Ausbruch der Krankheit resp. einem unglücklichen Ausgang derselben schützen sollen, gehören eigentlich nicht in das Gebiet der Hygiene sondern in das Gebiet der allgemeinen Pathologie und der Therapie. Es wird jedoch im folgenden bei den engen Beziehungen, welche die Hygiene gerade auf diesem Gebiete zur allgemeinen Pathologie und zur Therapie hat, die Entwickelung der Schutzimpfungsfrage in Kürze besprochen werden.

Die zweite Schutzimpfung gegen eine für Menschen gefährliche Krankheit ist die Pasteur'sche Immunisierung gegen Hundswut (Lyssa). Das Verfahren besteht darin, dass das Rückenmark von Kaninchen, welche der Wutkrankheit erlegen sind, getrocknet, und, nach einiger Zeit zu einer Emulsion verrieben, den gebissenen Menschen unter die Haut gespritzt wird. Der Ausbruch der Krankheit wird dann, wenn diese Injektion frühzeitig genug vorgenommen wird, verhindert.

---

*) Die Behring'sche Impfung mit Diphtherieserum bildet eine Ausnahme, indem auch sie als Präventivimpfung angewandt wird.

Ebenfalls von Pasteur und seinen Schülern sind Schutzimpfungen gegen Hühnercholera, Milzbrand, Schweinerotlauf und Rauschbrand angegeben worden, welche darauf beruhen, dass die spezifischen, aber künstlich abgeschwächten Krankheitserreger dem Organismus einverleibt werden.

Am genauesten ist die Schutzimpfung gegen Milzbrand studiert und auch praktisch schon vielfach verwertet worden. Das hierbei von Pasteur geübte Verfahren soll zur allgemeinen Orientierung als ein Beispiel hier kurz beschrieben werden. Virulente, bei höchstens 37° kultivierte Milzbrandbacillen töten Mäuse, Meerschweinchen und Kaninchen. Züchtet man sie jedoch einige Zeit bei 42°, so wird ihre Virulenz derart abgeschwächt, dass sie nur noch Mäuse töten, Meerschweinchen und Kaninchen aber nicht. Mit den bei 42° gehaltenen Kulturen (Vaccin I) werden die Hammel, bei welchen das Verfahren zumeist in der Praxis benützt wird, an der inneren unbehaarten Fläche des Oberschenkels etwa 4 cm unterhalb der Leistenbeuge subkutan geimpft. Die Tiere vertragen die Impfung gut, ohne irgend welche Abnormitäten in ihrem Verhalten zu zeigen. Nach zwölf bis vierzehn Tagen werden sie wiederum mit einer Milzbrandbacillenkultur geimpft, welche jedoch nur so lange bei 42—43° gezüchtet wurde, bis sie ausser den Mäusen auch noch Meerschweinchen, aber nicht Kaninchen tötet (Vaccin II). In dieser Weise behandelt, sind die Hammel gegen jede spätere subkutane Impfung mit Milzbrandkulturen, die für ungeimpfte Hammel sicher tödlich sind, unempfänglich.

Die bisher angeführten Schutzimpfungen beruhen also darauf, dass die Infektionserreger zunächst in geschwächtem Zustande dem zu immunisierenden Organismus einverleibt werden, wodurch derselbe fähig wird, später auch die Einverleibung der ungeschwächten Art ohne Störung zu ertragen (Angewöhnung).

Eine weitere Art der Schutzimpfung beruht auf der Einführung der abgetöteten Bakterien, der von den Bakterien gebildeten Stoffwechselprodukte und der aus den Bakterien dargestellten Bakterienproteïne (Tuberculin,

Mallëin). Den Namen Bakterienproteïne erhielten sie, weil sie die Eiweissreaktionen geben. So haben, ohne die spezifische, abgeschwächte Bakterienart in den Organismus einzuführen, Salmon und Smith allein durch Injektion sterilisierter und filtrierter Kulturen bei Hog-Cholera, Roux und Chamberland bei malignem Oedem, Roux bei Rauschbrand, Gamaleïa bei Cholera und C. Fränkel bei Diphtherie u. A. Immunität hervorgerufen.

Die Schutzimpfung durch Bakterien einer Art gegen Erkrankungen, welche durch andere Bakterien hervorgerufen werden, ist zuerst Emmerich durch Injektion von Erysipelcoccen gegen Milzbrand gelungen. Damit erhielt die schon oft gemachte klinische Beobachtung, dass ein ausgebrochenes Erysipel andere schon bestandene Infektionskrankheiten (Tuberkulose, Gonorrhoe, Variola) zur Heilung bringen kann, ihre wissenschaftliche Bestätigung. Die (nicht spezifische) Schutzimpfung gegen Milzbrand durch Einimpfung saprophytischer nicht pathogener Bakterien (Prodigiosus, pyocyaneus) ist später ebenfalls geglückt (Pawlowsky, Bouchard).

In ganz anderer Weise, ohne Einführung von Bakterien oder von Stoffen, welche von diesen direkt abstammen, ist es in den letzten Jahren Behring geglückt, durch Injektion von Blutserum immunisierter Tiere Immunität hervorzurufen.

Behring hat zunächst Tiere durch häufige subkutane Injektionen von erst abgeschwächten, zuletzt vollvirulenten Kulturen gegen die Infektion unempfindlich gemacht. Durch Uebertragung des Serums derartig künstlich immunisierter Tiere auf andere Tiere konnte er auch bei diesen einen sicheren Schutz gegen eine nachfolgende Infektion schaffen. Die immunisierende Wirkung des Blutserums ist abhängig von der Menge des in demselben vorhandenen immunisierenden Körpers (Antitoxin). Sein Wirkungswert kann bestimmt und in Zahlen ausgedrückt werden. 1 ccm eines Serums von einem Wirkungswert 1 : 10 000 kann ein sonst empfängliches Tier von 10 000 g Gewicht vor der Infektion schützen.

Mit derartigem „Heilserum“ können nicht nur Tiere gegen eine nachfolgende Infektion gesichert werden, es ge-

lingt auch, schon inficierte Tiere vor dem letalen Ausgang der Krankheit zu retten.

Die hier kurz skizzierte, von Behring eingeführte Blutserumtherapie scheint nach den bisherigen Erfolgen berufen zu sein, in der Bekämpfung der Infektionskrankheiten des Menschen eine sehr wichtige Rolle zu spielen.

Bisher ist es gelungen, Immunität zu erzeugen gegen Tetanus durch Injektion von Blutserum immunisierter Tiere (Behring und Kitasato), gegen Diphtherie ebenfalls durch das Blutserum immmunisierter Tiere (Behring und Kitasato); gegen Milzbrand bei Mäusen durch das Blutserum natürlich immuner Tiere [Frosch und Hund (Ogata);] gegen Schweinerotlauf durch das Serum und den Gewebssaft immunisierter Tiere (Emmerich). Durch das Blutserum von Menschen, welche Diphtherie, Pneumonie, Cholera und Abdominaltyphus überstanden hatten, gegen Erkrankungen mit deren spezifischen Erregern bei Tieren (Escherich und Klemensiewicz, Klemperer, Lazarus, Stern); wie durch Blutserum konnte auch durch Milch (Säugung und subkutane Injektion) Immunität erzeugt resp. übertragen werden (Ehrlich, Brieger u. A.); dasselbe gelang mit den aus der Milch im trockenen Zustand dargestellten Antitoxinen (Brieger und Ehrlich).

Endlich ist noch zu erwähnen, dass durch Vorbehandlung mit organischen und anorganischen Stoffen nichtbakteriellen Ursprungs Immunität erzeugt worden ist und zwar durch Thymus- und Hodenextrakt gegen Milzbrand, durch Jodtrichlorid gegen Tetanus (Behring und Kitasate), durch Wasserstoffsuperoxyd gegen Diphtherie (Behring) u. s. f.

Die bedeutendsten der in dieser Richtung gewonnenen Thatsachen sind hier nur summarisch zusammengestellt, da der Raum und Zweck dieses Buches ein näheres Eingehen auf dieselben nicht gestattet. Nur auf einzelne Schutzimpfungen wird bei Besprechung der wichtigsten Infektionskrankheiten noch näher eingegangen werden.

Ursachen der Immunität.

Die Immunität zu erklären, sind bisher schon verschiedene Hypothesen aufgestellt worden.

Natürliche wie künstliche Immunität soll nach Metschnikoff dadurch zu stande kommen, dass Leukocyten und andere vom mittleren Keimblatt abstammende Zellen die Fähigkeit besitzen, die eingedrungenen Infektionserreger in sich aufzunehmen und durch intracellulare Verdauung zu vernichten. Wohl selten ist eine Hypothese mit solcher Energie verteidigt und bekämpft worden, wie die von Metschnikoff aufgestellte Lehre von den Phagocyten oder Fresszellen. Nach dem heutigen Stande muss man ihr aber jedenfalls eine allgemeine Gültigkeit absprechen, wenn auch die Möglichkeit vorliegt, dass die fraglichen Zellen bei Erzeugung der Immunität einzelner Infektionskrankheiten beteiligt sind.

Die Phagocyten nehmen nämlich, wie von verschiedenen Forschern gezeigt wurde, zumeist nicht lebensfähige und infektionstüchtige, sondern schon abgestorbene Bakterien auf, welche für den Körper nicht mehr gefährlich sind. Sie treten deshalb auch nicht dort auf und zu einer Zeit, wo die Gefahr am grössten ist, sondern erscheinen erst, nachdem sich der Körper offenbar schon anderweitig geholfen hat; sie sind nicht die Sieger auf dem Schlachtfelde, sondern sorgen nur für die Bestattung der Besiegten.

Ebenfalls als widerlegt ist die Hypothese zu bezeichnen, welche die durch einmaliges Ueberstehen einer Infektionskrankheit geschaffene Immunität gegen eine neue Erkrankung erklären sollte. Nach der Erschöpfungshypothese glaubte man nämlich, dass bei der ersten Erkrankung die für das Wachstum notwendigen Nährstoffe verbraucht, „erschöpft“ werden und dass dann die spezifischen Keime ein zweitesmal die für ihre Existenz notwendigen Bedingungen nicht mehr vorfinden.

Genügende Klarheit über die Ursache und das Wesen der Immunität, die, wie auseinandergesetzt wurde, auf die verschiedensten Weisen erzeugt werden kann, ist durch die bisherigen Arbeiten noch nicht geschaffen worden.

Die auf diesem Gebiete arbeitenden Autoren bekämpfen sich auf das schärfste und eine Einigung in diesen so überaus wichtigen Fragen ist noch lange nicht zu erhoffen.

Nach Emmerich scheint in den immunisierten Individuen eine Modifikation der cellularchemischen Prozesse zu bestehen, infolge derer im immunisierten Organismus chemische Verbindungen gebildet werden, die für die Körperzellen unschädlich sind, den Bakterien gegenüber aber als Gifte wirken.

Von Brieger, Kitasato und Wassermann wurden Substanzen der Bakterienzelle als Ursache der Immunität erkannt durch die Beobachtung, dass mit Injektionen entgifteter und abgetöteter Kulturen von Diphtherie-, Typhus- und Schweinerotlaufbacillen, ferner Cholera- und Tetanusbacillen Immunität gegen diese Erkrankungen hervorgerufen werden kann.

Die immunisierende Wirkung des Blutserums beruht auf seinem Gehalt an sogenannten Antitoxinen, welche aus dem Blutserum in Substanz dargestellt werden können.

Diese Antitoxine wirken nicht direkt auf die Gifte ein, wie etwa die Wirkung einer Säure durch Zusatz von Alkali unter Bildung eines neutralen Salzes aufgehoben wird, „sondern die beiden Stoffe wirken nur insofern antagonistisch, als der eine, das Antitoxin, den Organismus, die Gewebe, die Zellterritorien für die Wirkung des andern, des Toxins unempfänglich macht“. (Buchner.) Diese Antitoxine des Blutserums sollen nach Buchner ebenfalls Bakteriensubstanzen sein.

Nach Behring entsteht die erworbene Immunität durch Ueberstehen des spezifischen Krankheitsprozesses, durch den reaktive Vorgänge im Organismus ausgelöst werden, welche zur Vernichtung der Krankheitserreger, bei den toxischen Infektionskrankheiten zur Bildung antitoxischer Substanzen führen, die im zellfreien Serum enthalten und nachweisbar sind. In dem Vorhandensein dieser spezifisch im Körper gebildeten antitoxischen Substanzen liegt die Ursache der erworbenen Immunität.

Wie es bestimmte Eingriffe gibt, welche den Körper immunisieren, gegen eine Infektion unempfänglich

machen, so kann andrerseits der Organismus auch für die Infektion *empfänglich* gemacht werden. Zu den Momenten, welche die *Disposition* für eine Erkrankung *erhöhen*, gehören alle Faktoren, die eine *allgemeine Schwächung des Körpers* verursachen, mangelhafte Ernährung, übermässiger Alkoholgenuss, schlechte Wohnung u. s. w.

Der Verlauf einer Epidemie, die Chancen für die Erkrankung des Einzelnen und der Ausgang der Krankheit sind von diesen Momenten in hohem Masse abhängig. So hat man, um nur ein Beispiel anzuführen, gefunden, dass bei Cholera-Epidemien die höchste Erkrankungszahl auf den Montag fiel, weil an diesem Tage die Exzesse des vorangegangenen Sonntags ihren ungünstigen Einfluss auf die Widerstandsfähigkeit des Organismus ausüben.

In dem Kampfe, welchen das einzelne Individuum gegen die jeweiligen Infektionserreger zu bestehen hat, wird dasjenige am ehesten Sieger bleiben, welches die meisten Kräfte einzusetzen hat. Schwächliche Kinder und Greise stellen deshalb ein grosses Kontingent zu den Opfern vieler Epidemien.

Zeitliche und örtliche Disposition.

Das Studium der Epidemien lässt noch etwas besonderes zu Tage treten, was man mit *zeitlicher* und *örtlicher Disposition* bezeichnet hat. Man versteht unter örtlicher Disposition das in verschiedenen Orten ungleiche Auftreten derselben Krankheit. Man beobachtet nämlich, dass bei Epidemien einzelne Orte oder nur Teile einer Oertlichkeit stets mehr oder minder heftig ergriffen wurden, während andere teilweise oder ganz verschont geblieben sind. Ebenso hat sich durch die epidemiologischen Untersuchungen, mit denen sich Pettenkofer seit Jahrzehnten unermüdlich beschäftigt hat, ein *zeitlich* verschiedenes Auftreten der epidemischen Krankheiten, besonders Cholera und Typhus, herausgestellt. Buhl und Seidel, und später Pettenkofer, Virchow und Soyka konnten zunächst in München, dann aber auch an anderen Orten, Berlin, Frankfurt am Main, Bremen und Salzburg einen Zusammmenhang zwischen dem Auftreten des Typhus und

den Schwankungen des Grundwassers nachweisen, wie er aus der in pag. 149 widergegebenen Kurve deutlich sichtbar wird: bei steigendem Grundwasser Absinken der Epidemie und umgekehrt.

Pettenkofer hat aus diesem Verhalten auf die Abhängigkeit des Verlaufs der Epidemieen von meteorologischen Faktoren, die ja das Steigen und Fallen des Grundwassers bedingen, und vom Boden geschlossen und nimmt an, dass die pathogenen Mikroorganismen im geeigneten Boden heranreifen und infektionsfähig werden (örtliche Disposition) und dass sie bei günstigem (tiefem) Grundwasserstand dann den Boden verlassen (zeitliche Disposition). (Es ist hierüber auch unter Boden, Typhus und Cholera [p. 150] nachzulesen, wo die gegen die Pettenkofer'sche Hypothese erhobenen Einwände näher besprochen sind).

II. Bekämpfung der Infektionskrankheiten.*)

Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich, gehören zum Entstehen einer Infektionskrankheit drei Faktoren:

1. ein disponiertes Individuum,
2. eine Anzahl infektionstüchtiger Mikroorganismen,
3. die Möglichkeit für die letzteren, das Individuum zu überfallen, zu inficieren.

Die Prophylaxe der Seuchen muss sich mit allen drei Faktoren beschäftigen.

Durch die Summe aller hygienischen Bestrebungen, die Sorge für eine ausreichende, gesunde Nahrung, reine Luft, gute Wohnung u. s. w. wird jeder Organismus, der sich ihrer zu erfreuen Gelegenheit hat, kräftig und widerstandsfähig werden, und zumeist mit Erfolg einer

*) Die auf gesetzlichem Wege in Deutschland und Oesterreich gegebenen Bestimmungen über Bekämpfung der Infektionskrankheiten sind auf Grund der neueren durch Erfahrungen und wissenschaftliche Untersuchungen gewonnenen Resultate, wie sie in diesem Kapitel besprochen werden, ausgearbeitet; die Wiedergabe aller einzelnen Bestimmungen kann unterbleiben, weil sie zu vielfachen Wiederholungen führen würde.

auftretenden Gefahr trotzen können, um so eher, wenn der Körper in Zeiten der Gefahr durch mässiges und vorsichtiges Leben jede Schädigung einzelner Organe (Lunge, Magen, Darmtraktus) vermeidet. Die allgemeine Disposition für ein Krankwerden wird durch ein verständiges Leben in hygienisch günstigen Verhältnissen stark eingeschränkt.

Zur Beseitigung der Disposition für einzelne, bestimmte Infektionskrankheiten zur Immunisierung gegen diese ist die pag. 442 schon definierte Schutzimpfung eingeführt worden. Unter den dort angeführten Schutzimpfungsverfahren finden für den Menschen zunächst nur Verwendung: die Jenner'sche Vaccination gegen Pocken und die Pasteur'sche Schutzimpfung gegen Hundswut und verschiedene Immunisierungsverfahren gegen Diphtherie, Typhus und Tetanus; über einzelne derselben wird bei Behandlung dieser Krankheiten Näheres angegeben werden.

Der Beseitigung des zweiten zum Entstehen einer Infektionskrankheit nötigen Faktors, der pathogenen Mikroorganismen, dient die Desinfektion.

Desinfektion

ist die Vernichtung der infektiösen, Krankheit erregenden Mikroorganismen. Bei der verschiedenen Widerstandsfähigkeit derselben äusseren Einflüssen gegenüber ist stets zu berücksichtigen, welche Infektionserreger abzutöten sind und auf Grund ihrer durch Versuche festgestellten Eigenschaften der passende Desinfektionsmodus zu wählen.

Das anzuwendende Verfahren wird weniger intensiv zu sein brauchen, wenn die die Krankheit erregenden Mikroorganismen keine widerstandsfähigen Dauersporen bilden.

Die Prüfung von Desinfektionsmitteln wird vorgenommen, indem Material, an welchem die Infektionserreger haften — zumeist mit milzbrandsporenhaltiger Flüssigkeit getränkte und dann getrocknete Seidenfäden — der Einwirkung des Desinficiens ausgesetzt und nach verschieden langer Dauer die Lebensfähigkeit der Untersuchungsobjekte bestimmt wird.

In dieser Weise sind zuerst von Koch, später von vielen anderen Forschern eingehende systematische Versuche über

die Wirksamkeit verschiedener Desinfektionsweisen gemacht worden.

Man unterscheidet Desinfektion durch

1. chemische,

2. physikalische Einwirkung.

Die Zahl der chemischen Präparate, welche die Krankheitserreger zu vernichten im stande sind, ist unendlich. Von praktischer Bedeutung ist nur eine relativ geringe Zahl, nämlich diejenigen, welche in kurzer Zeit ihre Wirkung ausüben, ohne die zu desinficierenden Objekte zu beschädigen.

Sublimat ($Hg\ Cl_2$) ist wohl das beste Desinfektionsmittel, da es in kurzer Zeit und bei einer sehr starken Verdünnung — 1 : 1000 —, die in geringer Menge als unschädlich für Menschen zu betrachten ist, auch sporenhaltige Mikroorganismen tötet.

Die früher empfohlene Anwendung von Sublimatdämpfen zur Desinfektion von Wohnräumen ist jedoch zu verwerfen, weil es nur dort wirkt, wo der Dampf hindringt und sich condensiert.

Mit eiweisshaltigen Flüssigkeiten in Verbindung gebracht, bildet es Quecksilberalbuminate, welche nicht mehr desinficierend wirken. Ebenso verlieren wässrige Lösungen bald ihre Wirksamkeit, weil sich aus ihnen ein Oxychlorid abscheidet. Beides (die Bildung von Quecksilberalbuminaten, sowie die Zersetzung in wässriger Lösung) ist jedoch zu vermeiden, wenn man Verbindungen des Sublimats mit Kochsalz ($2\,ClNa\ HgCl_2$) wählt. Derartige Quecksilberkochsalzverbindungen werden im grossen als sog. Angerer'sche Sublimatpastillen dargestellt; die Pastillen enthalten 0.5 resp. 1 gr Sublimat und gestatten jederzeit ohne Wägung eine Sublimatlösung von bestimmtem Gehalt herzustellen.

Carbolsäure $C_6\ H_5\ (OH)$ ist in 2—5% wässrige Lösung ein wirksames Desinficiens. Die Verwendung koncentrierter Lösungen kann durch Anätzung der Haut u. s. w. gefährlich werden; sehr verdünnte Lösungen sind unwirksam, weshalb das Eingiessen von einigen Cubikcentimetern einer verdünnten Carbolsäure in eine als Desinficiens zu benützende Flüssigkeit vollkommen wertlos ist.

In neuerer Zeit sind noch folgende der Carbolsäure nahestehende Desinficientien empfohlen worden:

Die Phenolsulfonsäuren der Carbolsäure C_6H_4 OH HSO_3, die Kresole C_6H_4 OH CH_3, die Seifenlösung des Phenols — Lysol, das Solveol, eine Lösung der Kresole in Orthooxykarbon oder Orthooxysulfonsäuren, das Solutol, eine Lösung von Kresolen in Kresolnatrium, das Saprol, eine Mischung von Phenol, Kresolen u. a. in Wasser löslichen Produkten des Steinkohlentheers,

das Creolin, ein Gemisch von aromatischen Kohlenwasserstoffen, Phenolen, pyridinähnlichen Basen und Asche.

Schweflige Säure (SO_2), durch Verbrennung von Stangenschwefel in loco bereitet, wurde früher vielfach zur Desinfektion von Wohnungen verwandt; in der Concentration, welche ohne Schädigung der Mobilien noch anwendbar, ist sie unwirksam.

Chlor und Brom, früher ebenfalls vielfach benützt, wirken nur günstig in feuchter Luft; auch ist ihre gleichmässige Verteilung in grösseren Räumen schwierig und sind Cl und Br wegen der durch sie erfolgenden Beschädigungen der Objekte nicht allgemein zu gebrauchen. Chlor wird durch Einwirkung von Salzsäure auf Chlorkalk frei gemacht (pro Cubikmeter Luft 0.25 Kilo Chlorkalk + 0.35 rohe Salzsäure); Brom lässt man aus imprägnierten Kieselguhrklötzchen sich entwickeln.

Formalin, 40% Lösung von Formaldehyd (H COH) in Wasser ist bei nicht zu kurzer Einwirkung des gasförmigen Formaldehyds ein gutes Desinficiens. Zur Desinfektion von Wohnungen sind in jüngster Zeit Lampen empfohlen worden, welche mit Methylalkohol gespeist sind und bei welchen durch Leitung der Dämpfe des Methylalkohols über ein glühendes Platinnetz Formaldehyd entsteht.

Lösungen von Kaliumpermanganat sind nur in sehr starker Koncentration wirksam.

Chlorkalk ($Ca[OCl]_2 + CaCl_2 + 2\,H_2O$) in Lösung ist ein sehr wirksames und für die Praxis zur Desinfektion von Fäkalien (Typhusstühle) zu empfehlendes Desinficiens, aber nur wenn es frisch zubereitet und in einem wohl ver-

schlossenen Gefäss aufbewahrt ist. Bei dieser Verwendung genügt der Zusatz von 1 gr zu 100 gr Fäces.

Aetzkalk (CaO) oder bei Zusatz von Wasser $Ca(OH)_2$ Kalkmilch, Kalkwasser ist ein für praktische Zwecke — Desinfektion von Fäkalien — sehr gut brauchbares, sehr billiges Desinficiens.

Zur Herstellung der Kalkmilch wird 1 L. zerkleinerter, reiner, gebrannter Kalk, sogenannter Fettkalk, mit $^3/_4$ L. Wasser begossen, wobei der Kalk das Wasser aufsaugt und in Pulver zerfällt; später werden noch $3^1/_4$ L. Wasser hinzugesetzt und das Ganze tüchtig vermischt. Die Kalkmilch ist, wenn sie nicht bald zur Verwendung kommt, in einem gut geschlossenen Gefässe aufzubewahren und vor dem Gebrauche umzuschütteln.

Kaliseife; 3 Teile sogenannter Schmierseife, auch grüne oder schwarze Seife genannt, werden in heissem Wasser gelöst. Wirksamer noch als diese ist die

Carbolseifenlösung, welche man erhält, wenn man zu 20 Teilen der oben beschriebenen noch heissen Kaliseifenlösung 1 Teil Carbolsäure unter fortwährendem Umrühren hinzufügt. Die Lösung ist lange Zeit haltbar.

Borsäure ($Bo[OH]_3$), Jodoform (CHJ_3), Pyoktanin, Methylviolett sind hygienisch von untergeordneter Bedeutung und finden, wie eine grosse Anzahl anderer hier nicht zu besprechender Desinfektionsmittel, zumeist nur bei der Wundbehandlung Verwendung.

Von physikalischen Desinfektionsmitteln kommt nur die Wärme in Betracht, welche in Form trockener Wärme oder als Wasserdampf Verwendung findet.

Die trockene Wärme wirkt bei sporenhaltigem Material nur langsam und bei sehr hoher Temperatur von 140° und darüber; sie dringt auch nur allmählich in dickere Schichten ein und schädigt die zu desinficierenden Objekte meist sehr erheblich (Austrocknen, Brüchigwerden, Versengen).

Bei weitem günstiger, sicherer sowohl, als auch schneller, wirkt der Wasserdampf.

Er findet Verwendung als

1. strömender Wasserdampf von circa 100°;

2. überhitzter Wasserdampf } über 100°.
3. gespannter Wasserdampf }

Der strömende Wasserdampf (s. pag. 64) von circa 100° ist das souveränste aller Desinfektionsmittel. Selbst sehr widerstandsfähige Sporen, welche relativ koncentrierten Lösungen von Sublimat und Carbolsäure stundenlang trotzen, werden vom strömenden Dampf in wenigen Minuten getötet, so Milzbrandsporen in fünf bis zehn Minuten.

Ein weiterer Vorzug ist seine allgemeine Verwendbarkeit: Möbel (soweit nicht geleimt und fournirt), Betten, Wäsche, Kleidung, Bücher, werden bei richtig ausgeführter Desinfektion mit strömendem Dampf gar nicht beschädigt; nur aus Leder bereitete Gegenstände vertragen seine Einwirkung nicht, da Leder im strömenden Dampf schrumpft.

Ueberhitzter Dampf, welcher durch Ueberleiten von Dampf über stark erwärmte Metallflächen auf eine über 100° hohe Temperatur gebracht wird, ist weniger wirksam als Wasserdampf von etwa 100°. Die Wirkung des letzteren wird nur übertroffen durch die Desinfektion mit gespanntem Wasserdampf, welcher unter einem höheren, als Atmosphärendruck steht. Dieser dringt schneller in die zu desinficierenden Objekte ein, bedarf jedoch, sofern die höhere Spannung irgendwie beträchtlich, also mehr als $^1/_{20}$—$^1/_{10}$ Atmosphärendruck betragen soll, besonders konstruierter Apparate. Abgesehen von den hierdurch erhöhten Anschaffungskosten, kann dann auch die Bedienung des Desinfektors nur durch einen geschulten Heizer vorgenommen werden; auch unterstehen derartige Anlagen der Revisionspflicht.

Dringt der Wasserdampf in die kalten Desinfektionsräume ein, so wird er zu Wasser kondensiert, dieses schlägt sich an den Wänden nieder und kann von diesen auf die in den Desinfektor eingebrachten Gegenstände abtropfen, wodurch bisweilen dauernd Flecke erzeugt werden. Dies muss nach Möglichkeit vermieden werden, um die so wie so schon vorhandene Abscheu des grossen Publikums gegen die Vornahme der Desinfektion nicht noch zu vergrössern. Es geschieht dies nun auf zweierlei Art. Entweder befinden sich in dem Apparat Heizkörper (Rohre mit grosser Metalloberfläche — Rippen-

rohre), durch welche die Luft *vorgewärmt* werden kann, oder aber man versucht denselben Effekt — die *Vorwärmung* — dadurch zu erzielen, dass man das den Dampf entwickelnde Wassergefäss mantelartig um den Desinfektionsraum legt, wie in Fig. 198.

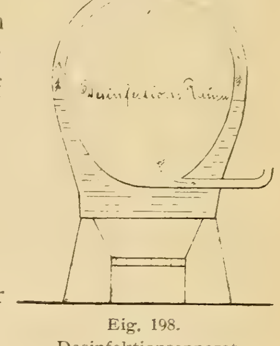


Fig. 198.
Desinfektionsapparat mit strömendem Dampf, welcher von oben in den Apparat eintritt.

Ebenfalls zweckmässig ist es, wenn der Desinfektionsapparat nach erfolgter Desinfektion durch strömenden Dampf noch eine *Nachtrocknung* der eingebrachten Gegenstände gestattet. Wenn auch die meisten Objekte, sobald sie nicht in allzu dicken Schichten und zu fest aufeinandergepackt eingeführt werden, bei ihrer Ausbreitung nach der Herausnahme sofort trocknen, so ist doch für manche Gegenstände eine Nachtrocknung vorteilhaft, die dann durch Zufuhr von trockener, warmer Luft erreicht wird.

Dies gilt besonders für die Sterilisation von Verbandstoffen, wenn solche zu den jetzt allgemein eingeführten *aseptischen* Operationen benötigt werden. Diese müssen selbstverständlich nach der Sterilisation bis zu ihrer Benützung „steril“ (uneröffnet) aufbewahrt werden.

Nach diesen Gesichtspunkten sind zur Desinfektion beweglicher Gegenstände eine grosse Anzahl von Apparaten ausgeführt worden. Es gibt solche mit rechteckigem, rundem oder ovalem Querschnitt, horizontal liegende wie auch senkrecht stehende.

Für einen grösseren Betrieb sind die mit rechteckigem Querschnitt (Fig. 199) vorzuziehen, weil der Raum besser aus-

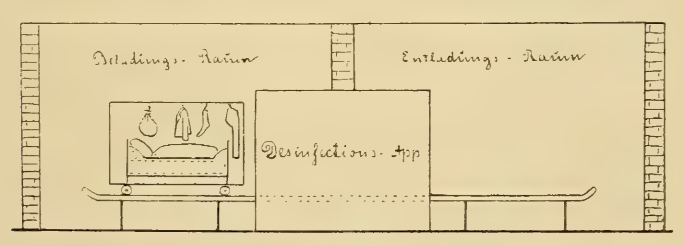


Fig. 199.
Desinfektionsanlage mit getrenntem *Be*- und *Ent*laderaum nach Schimmel (Längsschnitt).

genützt, ganze Bettstellen eingebracht werden können; für die Desinfektion von Betten, Kleidern, Wäsche u. s. w. werden natürlich auch die anderen Formen genügen.

Die Eintrittsstelle für den Dampf ist am zweckmässigsten am höchsten Punkte des Apparats (s. Fig. 198): der allmählich eindringende Dampf presst dann die kalte Luft vor sich her, ohne sich mit ihr ausgiebig zu vermischen und sie erst erwärmen zu müssen; die Desinfektionsdauer wird dadurch abgekürzt.

Die zu desinficierenden Gegenstände dürfen nicht dicht gepackt in die Dampfapparate eingelegt werden, weil sonst der Dampf an ihnen vorbeistreicht und die im Innern befindlichen Keime nicht abtötet.

Bei plötzlich auftretenden Infektionskrankheiten an Orten, wo ein Desinfektionsapparat für strömenden Dampf nicht vorhanden ist, kann man einen solchen leicht und rasch improvisieren, wenn man (s. Fig. 200) über den Waschkessel einer Waschküche eine Tonne setzt, welcher beide Böden ausgeschlagen sind. Oben wird an die Tonne ein gut schliessender Deckel mit einem Charnier derartig angebracht, dass derselbe bei der Dampfentwickelung fest liegen bleibt. Im Deckel befindet sich central ein nicht zu grosses Loch zum Ausströmen des Dampfes, ein zweites seitlich zur Aufnahme des in einen Kork eingesetzten Thermometers.

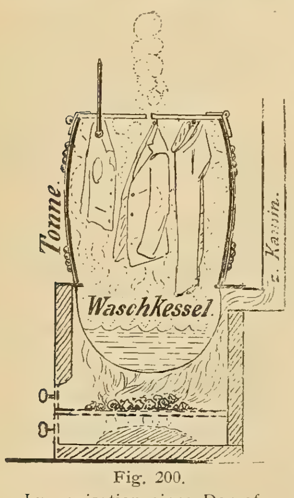


Fig. 200.
Improvisation eines Dampf-Sterilisations-Apparates.

Kleider werden an Haken, die an der Innenseite des Deckels befestigt sind, bei der Desinfektion aufgehängt; Wäsche kann man in kleine Säcke thun, welche ebenfalls am Deckel aufgehangen werden. Wenn der Waschkessel genügend gross ist, so kann man sogar Betten und eine Matratze in einer Tonne von entsprechendem Volumen zusammengeschnürt aufhängen, oder auf durchbrochenem, siebartigem, in der Tonne angebrachtem Boden auflegen.

Ist eine solche Vorrichtung auch nicht ideal, so wird sie doch *in dringenden Fällen* gute Dienste leisten, wenn man nur die Durchleitung des strömenden Dampfes, nachdem das Thermometer nahezu 100° zeigt, wenigstens eine Stunde fortsetzt.

Die *Anlage der Desinfektionsanstalt* muss geräumig sein und eine ausgiebige Ventilation gestatten. Die Räume für die *inficierten* und *desinficierten* Objekte sind vollständig zu trennen, damit die *desinficierten* Gegenstände nicht wiederum einer *Reïnfektion* ausgesetzt werden.

In grösseren Desinfektionsanstalten ist der ganze Betrieb strenge zu scheiden. Die mit der Beladung der Apparate beschäftigten Personen sollen den Apparat nach beendeter Desinfektion nicht wieder entleeren; dies muss durch eine andere Person geschehen. Diese vollkommene Trennung ist nur möglich, wenn die Apparate eine doppelte Thür besitzen; die eine muss in den *Beladungsraum* münden und wird geöffnet, wenn der Apparat beschickt wird, die andere führt zu dem *Entladungsraum* und wird behufs Herausnahme der desinficierten Objekte geöffnet.

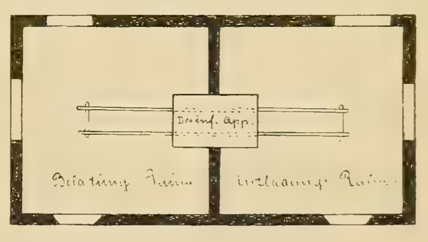


Fig. 201.
Desinfektionsanlage mit getrenntem *Be-* und *Entladungsraum* (Grundriss).

Der Apparat wird, wie die Figuren 199 und 201 zeigen, in die Trennungswand von Be- und Entladungsraum eingesetzt, die sonst keine direkte Verbindung besitzen.

Zur Bedienung der Apparate gehört ein *geschultes Personal*, welches über die Zwecke der Desinfektion, ihre Bedeutung, die durch mangelhafte Besorgung ihrer Obliegenheiten eventuell entstehenden Gefahren unterrichtet sein muss. Bei einiger Erfahrung werden dann auch die anfangs zuweilen auftretenden Beschädigungen der zu desinficierenden Gegenstände vermieden.

Durch Neuschaffung von Desinfektionsanstalten und Einführung einer stets funktionierenden Desinfektionsgelegenheit

ist jedoch die erfolgreiche Bekämpfung der Infektionskrankheiten noch nicht genügend gewährleistet. Der Kampf gegen die Seuchenerreger muss zunächst an ihrer ursprünglichen Wirkungsstätte aufgenommen werden, in den Wohnungen der Erkrankten nach beendeter Erkrankung.

Die Wohnungsdesinfektion darf ebensowenig wie die der Mobilien dem Belieben des Einzelnen anheimgestellt werden. Es ist vielmehr durch Gesetze oder polizeiliche Bestimmungen festzusetzen, bei welchen Erkrankungen desinficiert werden muss. Für ärmere Familien muss die Gemeinde die Kosten übernehmen.

Zur Wohnungsdesinfektion gehört, gleich wie zur Bedienung der Desinfektionsapparate, ein geschultes Personal; nur durch ein solches darf die Desinfektion der Wohnungen vorgenommen werden, wenn sie erfolgreich und nicht schädlich sein soll.

Die Desinfektion wird sich zumeist nur auf das vom Kranken bewohnte Zimmer, sowie auf die während der Krankheit benutzten Gegenstände erstrecken können.

Bei Beginn ihrer Arbeit haben die Desinfektoren*) ihren Anzug zu wechseln. d. h. während der Ausführung der Desinfektion ein bestimmtes Gewand anzulegen, das sie nach beendigter Arbeit, vor Verlassen der fraglichen Wohnung, wieder ausziehen. Es werden dann die für die Desinfektion in den Anstalten bestimmten Gegenstände verpackt, in Tücher eingeschlagen, welche sodann mit 2 % Carbolsäure anzufeuchten sind und in die Desinfektionsanstalt gefahren werden. Darauf werden die zurückgebliebenen Möbel, Bilder u. s. w. von der Wand abgenommen, in die Mitte des Zimmers gestellt und dort desinficiert.

Tapezierte Wände werden am sichersten durch Abreiben mit nicht zu weichem Brot von den anhaftenden Infektionskeimen befreit. Die herabfallenden Brotkrumen werden feucht zusammengefegt und sogleich verbrannt. Gestrichene oder getünchte Wände sind mit 5 % Carbolsäure abzuwaschen oder mit Kalkmilch frisch zu tünchen.

---

*) Nach der Instruktion der städt. Wohnungsdesinfektoren in Berlin.

Die Möbel werden mit Lappen, welche in 2 % Carbolsäure eingetaucht, dann ausgedrückt werden, sorgfältig abgerieben; sind sie sehr beschmutzt, so müssen sie vorher mit Seife heiss abgewaschen werden.

Oelgemälde werden mit 2 % Carbolsäure abgewischt und abgetrocknet; nicht gerahmte Bilder, welche diese Behandlung nicht vertragen würden, sind nur trocken mit weichem Tuch abzuwischen.

Kleinere Gegenstände, besonders Kinderspielzeug, sind, wenn wertlos, zu verbrennen. Glas- und Metallsachen sind mit 2 % Carbolsäure erst feucht abzureiben, dann zu trocknen.

Stiefel, Schuhe und Gummiwaren, welche den strömenden Dampf nicht gut vertragen, werden ebenfalls mit 2 % Carbolsäure abgewaschen.

Die Fussböden werden zuletzt behandelt; sie sind — wenn sehr unrein — mit Seife abzuwaschen, dann mit 5 % Carbolsäure wiederholt abzuwischen. Parquetfussböden werden mit weichen, in 2 % Carbolsäure eingetauchten Lappen abgerieben und gleich darauf abgetrocknet.

Nach beendigter Desinfektion des Krankenzimmers werden die hierbei zur Desinfektion benützten Gegenstände (Besen u. s. w.) ebenfalls desinficiert und schliesslich Abort- und Ausgussbecken mit 5 % Carbolsäurelösung ausgespült.

Die Desinfektoren reinigen sich dann selbst, indem sie Kleidung und besonders Stiefeln mit Bürsten, welche in 2 % Carbolsäure eingetaucht sind, abbürsten, waschen Gesicht und Hände mit Wasser und Seife, wechseln ihren Anzug und verlassen die Wohnung, um sich sofort und direkt in die Desinfektionsanstalt zu begeben, wo der vorher benutzte Arbeitsanzug im strömenden Dampf desinficiert wird.

Die Bekämpfung der Infektionserreger darf jedoch nicht erst nach beendeter Erkrankung begonnen werden; schon während des Verlaufs infektiöser Krankheiten ist ihre Verbreitung zu verhindern. Hier muss man jedoch bei verschiedenen Infektionskrankheiten auch verschieden vorgehen und diejenigen Absonderungen, bezw. Ausscheidungen der Kranken desinficieren, die den infektiösen Stoff enthalten,

worauf bei Besprechung der einzelnen Krankheiten aufmerksam gemacht werden wird.

Wie im Anfang dieses Abschnitts auseinandergesetzt wurde, soll eine rationelle Bekämpfung der Infektionskrankheiten auch nach Möglichkeit den pathogenen Mikroorganismen den Weg abschneiden, auf welchen sie sich zu den Menschen begeben können. Diese Pfade sind oft sehr verschlungen und, wie bei Erörterung der einzelnen Infektionskrankheiten auseinandergesetzt werden wird, sehr verschiedenartige. Hier ist zweierlei zu bedenken. Einmal muss auf Grund der durch die neueren Forschungen festgestellten Thatsachen alles geschehen, was die Verbreitung der Seuchen auf den ihnen nachgewiesenen Bahnen hindern kann. Andererseits darf die Hygiene, resp. die öffentliche Gesundheitspflege, in ihren Forderungen auch nicht zu weit gehen, wenn diese durchgeführt werden sollen; sie darf nur nach praktisch Erreichbarem streben. Die Waffen gegen die Infektionskrankheiten sind zum Teil sehr kostspielige. Der Staat, die Gemeinden und der Privatmann, sie werden sich nur dann mit ihnen ausrüsten können, wenn die Hygiene nur die Einführung der wirklich notwendigen empfiehlt und darauf verzichtet, auf Beseitigung auch jeder hypothetischen Möglichkeit einer Verbreitung der Infektionskrankheiten zu bestehen.

Die wichtigsten Infektionskrankheiten.

Die Verschiedenheit der Infektionskrankheiten in bezug auf ihr Entstehen und ihre Verbreitung bedingt noch eine besondere Besprechung der wichtigsten derselben und der Art, wie sie zu bekämpfen sind.

Die Tuberkulose,

durch den Tuberkelbacillus (pag. 23) verursacht, ist die bei weitem verbreitetste der bei uns herrschenden Erkrankungen; etwa 14 % aller Menschen erliegen ihr und bei ungefähr 70—80 % (Bollinger) werden bei der Sektion Spuren von ihrer früheren Gegenwart gefunden. Sie tritt am häufigsten als Lungentuberkulose oder Phthise auf, bedeutend seltener sind die tuberkulösen Erkrankungen der übrigen Organe.

Sie ist für das allgemeine Volkswohl besonders gefährlich, weil die ergriffenen Individuen Jahre bis Jahrzehnte lang krank zu sein pflegen und dabei lange Zeit arbeitsunfähig, sich und ihrer Familie zur Last fallen. Während der langen Krankheit wird vom Patienten in grossen Mengen das durch seinen Bacillenreichtum gefährliche Sputum ausgeschieden, welches, wenn nicht mit Vorsicht behandelt, zu weiteren Erkrankungen Anlass geben kann. So sind dort, wo dem Sputum keine Aufmerksamkeit geschenkt und wo es ohne Bedenken auf den Boden gespieen wird, oder auch, wo statt besonderer Spucknäpfe Taschentücher zur Aufnahme verwandt werden, in denen es eintrocknen und verstäuben kann, Tuberkelbacillen am Fussboden und den Wänden nachgewiesen worden. Hingegen hat man an anderen Orten, auch wo viele Phthisiker zusammen leben, sofern nur das Sputum mit der nötigen Vorsicht behandelt wurde, die Bacillen in der Umgebung der Kranken nicht gefunden.

Zur Füllung der Spucknäpfe ist jedes leicht verstäubende Material zu verwerfen. Man hat deshalb vorgeschlagen, die Näpfe mit desinficierenden Flüssigkeiten zu füllen, wogegen jedoch einzuwenden ist, dass bei jeder Benützung eines mit Flüssigkeit gefüllten Napfes dessen Inhalt verspritzt wird, und dass nur sehr starke Desinficientien ein Eindringen in die zähen Sputa und ein Vernichten der zahllosen Keime erwarten lassen. Auch bieten derartige Näpfe einen sehr unappetitlichen Anblick, weshalb ihre allgemeine Einführuug kaum zu erwarten ist. Zweckmässiger scheint es, als Füllung einen Stoff zu nehmen, welcher nicht verstäubt, die Sputa einsaugt, also das Ekelhafte des Anblicks nimmt und schliesslich in toto verbrennbar ist; diese Bedingungen erfüllt am ehesten die zu Verpackungen neuerdings vielfach benützte, nestartig verarbeitete Holzwolle, welche sich für den fraglichen Zweck gut bewährt hat.

Ausser durch Sputa kann die Tuberkulose noch durch den Genuss von Nahrungsmitteln erworben werden, welche von tuberkulösen (perlsüchtigen) Tieren stammen. (Vgl. hierüber Milch und Fleisch pag. 387 u. pag. 375.)

Bei der grossen Verbreitung der Tuberkulose und den

enormen Mengen bacillenhaltigen Sputums, die von den Phthisikern ausgeschieden werden, ist es auffallend, dass diese Krankheit nicht noch mehr Opfer fordert, da ja doch ein jeder Mensch mehr oder minder häufig zur Aufnahme der Krankheitserreger Gelegenheit hat. Dies liegt erstens daran, dass die Tuberkelbacillen, wenn das Sputum austrocknet, wenn es ferner dem diffusen Tageslicht oder dem Sonnenlichte ausgesetzt ist, (s. S. 18) rasch zu Grunde gehen, was man auch daraus schliessen muss, dass der Nachweis von Tuberkelbacillen im Strassenstaub noch niemals gelungen ist. Man nimmt deshalb ganz besonders für diese Erkrankung eine „Disposition" an, welche den Körper für die Entstehung der Krankheit geeignet macht. Als prädisponiert gelten Personen, deren Eltern an Phthise erkrankt oder gestorben sind, welche einen wie man sagt, phthisischen Habitus zeigen.

Die Disposition kann aber auch erworben werden, wenn ungünstige hygienische Verhältnisse, schlechte Ernährung, enge Wohnung mit staubiger Luft, eine die Schleimhaut der Lungen angreifende Beschäftigung, Mangel an geeigneter Bewegung im Freien die normale Widerstandsfähigkeit des Körpers herabsetzen.

Man wird deshalb zur erfolgreichen Bekämpfung der Tuberkulose zweierlei Ziele im Auge haben müssen, erstens die Herabsetzung der Disposition durch geeignete hygienische Massnahmen, dann aber möglichste Verhinderung der Verbreitung des Tuberkelbacillus. Die Durchführung des ersten Postulats ist die entschieden schwierigere, während die Bekämpfung der Bacillen vielleicht eher Erfolg verspricht, da selbst ein prädisponierter oder durch ungünstige Verhältnisse in seiner Widerstandsfähigkeit herabgesetzter Organismus bei Abwesenheit der Bacillen niemals an Tuberkulose erkranken kann.

Auch in prophylaktischer Hinsicht von hoher Bedeutung sind die nunmehr allgemein in Aussicht genommenen Sanatorien für Lungenkranke, in welchen die Phthisiker nicht nur gesundheitlich gebessert, sondern auch dahin erzogen werden sollen, dass sie durch vorsichtiges Umgehen mit dem bacillenreichen Sputum nicht zu einer weiterer Verbreitung der Tuberkulose beitragen.

Vor einigen Jahren ist von Robert Koch zur Heilung schon ausgebrochener Tuberkulose die Schutzimpfung mit einem von ihm hergestellten Glycerinextrakt von Tuberkelbacillenkulturen unter dem Namen Tuberkulin empfohlen worden. Die grossen Hoffnungen, welche die gesamte gebildete Welt diesem Mittel entgegenbrachte, haben sich leider nicht bewährt. Das Mittel ist allerwärts, wie noch kein zweites, versucht und geprüft worden; es hat sich jedoch herausgestellt, dass bei der Lungentuberkulose nur in sehr günstigen Fällen eine Besserung des Allgemeinbefindens und ein Verschwinden der lokalen Symptome zu beobachten war. Um von einer definitiven Heilung zu sprechen, ist bisher die Beobachtungszeit eine noch zu kurze. In schweren Fällen ist fast stets eine Verschlechterung des Zustandes eingetreten. Ebenso ungünstig lauten die Resultate der von den Chirurgen mit Tuberkulin versuchten Heilungen von Knochen- und Gelenktuberkulose. Bei der Verwendung gegen Lupus (Hauttuberkulose) sind bisher stets auf kurz andauernde Besserung neue Recidive gefolgt. Die Schutzimpfung mit Tuberkulin ist daher für eine allgemeine Einführung noch nicht reif.

Dagegen hat sich das Tuberkulin als ein sehr verwendbares Mittel zur frühzeitigen Diagnostizierung der Tuberkulose beim Rindvieh erwiesen. 0.1—0.6 g Tuberkulin den Tieren injiziert, bringt bei tuberkulösen Tieren eine erhebliche Temperaturerhöhung hervor, während gesunde Tiere nicht reagieren. Nachdem durch zahlreiche, an verschiedenen Orten ausgeführte Untersuchungen, die Sektion der Tiere gezeigt hat, dass mit ganz wenigen Ausnahmen die Reaktion stets in der erwähnten Weise ausfällt, muss das Tuberkulin als ein äusserst wertvolles Mittel zur Bekämpfung der Tuberkulose beim Rindvieh betrachtet werden. Durch seine Anwendung ist es möglich, die Tuberkulose frühzeitig zu erkennen und die erkrankten Tiere auszuscheiden, ehe noch die Erkrankung einen grösseren Umfang angenommen hat. Auch die Ernährung der Kälber mit Milch nachweislich gesunder Tiere hat sehr gute Erfolge gehabt. Endlich ist nicht zu bezweifeln, dass eine rationelle Bekämpfung der Tuberkulose des Rindviehs auch einen gün-

stigen Einfluss auf die Verhütung der Verbreitung der Tuberkulose bei Menschen zur Folge haben wird.

Die Malaria

wird mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit durch das pag. 39 beschriebene Plasmodium Malariae hervorgerufen. Sie ist eine ectogene miasmatische Krankheit. Sie kommt nur in einzelnen Teilen des nördlichen Deutschlands vor, ist in Europa besonders in Holland, Ostfriesland, Südrussland, Norditalien und der Campagna di Roma sehr verbreitet und wütet in den Tropenländern am schlimmsten; andrerseits sind ganze Länder, wo die für die Entwickelung des Keims günstigen Bedingungen im Boden fehlen, frei von ihr (Norwegen, nördliches Russland u. s. w.).

Für ihre Entwickelung sind besondere Eigenschaften des Bodens notwendig. Seiner Struktur nach bevorzugt die Seuche einen porösen Alluvialboden, während sie auf kompakten Felsen nicht vorkommt. Der Lage nach sind Niederungen, wo viel Wasser zusammenkommt und nicht leicht abfliessen kann, daher stagniert, Teiche und Sümpfe bildet, für die Malaria geeignet, besonders wenn der Boden noch reich an organischen Substanzen ist. Endlich gehört für das Gedeihen des Infektionsstoffes noch eine bestimmte, nicht zu niedrige Temperatur. Die Isotherme, welche die Punkte von gleicher mittlerer Sommertemperatur von 15—16° verbindet, bildet die nördliche Grenze ihres Auftretens.

In Orten, welche die eben geschilderte Beschaffenheit haben, pflegt Malaria zu herrschen. Sie zeigt in ihrem Auftreten eine zeitliche Disposition; im nördlichen Teil des Malariabezirks fallen die Maxima auf Frühling und Herbst, in Italien auf Sommer und Herbst, in den Tropen auf die Regenzeit.

Wie sie vom Boden auf den Menschen übertritt, darüber ist Sicheres nicht bekannt. Die Infektion verläuft häufig sehr schnell und kann schon wenige Stunden nach dem Betreten des Malariagebietes eintreten — ein Beweis für die geringe Incubationsdauer dieser Krankheit. Eine weitere Verschleppung auf andere Gegenden durch Menschen tritt sicher nicht ein.

Die Verhütung der Krankheit besteht in einer Besserung der örtlichen Verhältnisse, die in der Trockenlegung des Bodens gipfeln muss. Auch muss man das Uebergehen des Keims in die Luft des bewohnten Gebiets durch ein dichtes Fundament der Häuser und durch Pflasterung der Strassen verhindern.

Die Diphtherie,

durch den Löffler'schen Diphtherie-Bacillus (pag. 27) hervorgerufen, wird in ganz Europa, Asien und Amerika beobachtet, ihre Verbreitung scheint noch in Zunahme begriffen zu sein.

Sie befällt vorzüglich die Kinder vom zweiten bis zehnten Lebensjahre und ist in diesem Alter nächst der Tuberkulose die häufigste Krankheit. Die starke Verbreitung ist die Folge ihrer hochgradigen Infektiosität; in derselben Familie werden oft zwei oder drei Kinder hintereinander ergriffen.

Die Uebertragung geschieht durch die ausgehusteten Membranen, das Sputum und den Speichel, gegen welche sich die Prophylaxe richten muss. Die Verunreinigung aller Gebrauchsgegenstände, Spielsachen, Ess- und Trinkgeräte ist möglichst zu verhindern, die verunreinigten, auch Wäsche und Kleidung, sind alsbald zu reinigen und zu desinficieren. Den Kindern muss man es abzugewöhnen suchen, alles, was sie in die Hand nehmen, auch in den Mund zu stecken. Die Hände der Kinder sind häufig zu säubern.

Die Kranken und ihr Wartepersonal sind möglichst zu isolieren, kranke Kinder und deren nicht völlig isolierte Geschwister vom Schulbesuch auszuschliessen.

Die Erfolge der Blutserum-Therapie bei Impfung von an Diphtherie erkrankten Personen mit dem Blutserum immunisierter Tiere (Behring, Ehrlich und Kossel, Aronsohn, Roux) scheinen nach den Resultaten der in neuester Zeit in sehr grosser Zahl ausgeführten Versuche sehr günstige zu sein.

Da die Erfolge um so sicherer sind, je früher die Impfung ausgeführt wird, ist eine möglichst schnelle Erkennung der echten Diphtherie durch die bakteriologische Untersuchung aller zweifelhaften Fälle sehr erwünscht. Für diesen Zweck

sind in neuerer Zeit Centralstellen errichtet worden, in welchen die sofortige Untersuchung der eingesandten Belege ausgeführt wird.

Die Cholera asiatica

ist eine in Indien endemisch existierende Krankheit. Europa war bis zu Anfang dieses Jahrhunderts von ihr verschont. In den Jahren 1829—37 hat sie den ersten verheerenden Zug durch Europa unternommen und ist seitdem in jedem Jahrzehnt verschieden heftig in einzelnen Staaten aufgetreten.

Ueber die Natur des Choleragiftes hat die im Jahre 1883—1884 von der deutschen Regierung nach Aegypten und Indien unter Robert Koch's Leitung gesandte Choleraexpedition Aufklärung geschafft, deren Resultat die Entdeckung des pag. 34 näher beschriebenen Cholerabacillus war, welcher heute allgemein als Erreger der Cholera angesehen wird.

Die wirkliche Natur des Choleragiftes ist jedoch noch nicht festgestellt; das, was von einzelnen Forschern mit absoluter Sicherheit als das eigentliche Gift angesprochen wird, wird von andern nicht für die Ursache dieser Erkrankung gehalten. Man ist sich nur darüber einig, dass sich der Choleravibrio im Darm stark vermehrt und dort Gifte erzeugt, welche die Erkrankung hervorrufen. Ob diese Giftstoffe mit dem Inhalt der Bakterienzellen identisch (Pfeiffer) oder nur nahe Abkömmlinge desselben sind (Fraenkel), oder ob das Choleragift im Darmkanal durch die Vibrionen aus dem dort vorhandenen Nährmaterial, besonders den Eiweissträgern, abgespalten wird (Gruber, Hüppe, Scholl), oder ob endlich nur die durch die Vibrionen aus den Nahrungsmitteln u. s. w. erzeugte salpetrige Säure die Ursache der Erkrankungen ist (Emmerich und Tsuboi); bisher hat keine der hier aufgezählten Annahmen eine allgemeine Anerkennung gefunden.

Ueber das Entstehen und die Verbreitung der Krankheit gehen die Ansichten ebenfalls noch weit auseinander. Während der Entdecker des Bacillus und seine Schule die Cholera für eine rein kontagiöse Krankheit erklären, welche von Mensch

zu Mensch durch Vermittelung feuchter Zwischenträger, Nahrung und Trinkwasser übertragen wird (Kontagionisten), glaubt Pettenkofer auf Grund seiner epidemiologischen, besonders in Bayern ausgeführten, aber auch auf die andern europäischen und aussereuropäischen Länder ausgedehnten Untersuchungen, dass der Cholerakeim nicht kontagiös wirkt, vielmehr erst im disponierten Boden ausreifen müsse, um von da aus unter für ihn günstigen Verhältnissen emporzusteigen und die Krankheit hervorzubringen (Lokalisten).

Die Pettenkofer'sche Lehre ist angegriffen worden, weil sie sich mit den bisher bekannten Eigenschaften des Kommabacillus nicht vereinbaren lässt. Die Bacillen können zwar unter günstigen Umständen in den oberen Schichten des Bodens leben und sogar sich vermehren; man weiss aber nicht, wie sie den von Pettenkofer angenommenen Weg der Uebertragung vom Boden durch die Luft nehmen können, weil es einmal experimentell nicht nachweisbar ist, dass Bakterien mit den Luftströmen aus dem Boden aufsteigen, weil ferner die Cholerabacillen gegen Austrocknung empfindlich sind, daher auch, wie neuere Versuche gezeigt haben, durch Luftströme auf Staubpartikelchen nicht in lebensfähigem Zustande weiter verbreitet werden können und weil drittens die Bacillen durch den Mund und die Lunge nach dem Darm nicht passieren können. Letzteres geht daraus hervor, dass man in den Organen von Choleraleichen nur im Darm, aber niemals in den übrigen Organen, besonders nicht in den Lungen und dem Blut, Bacillen nachweisen konnte und dass ferner die ad hoc angestellten Versuche die Unmöglichkeit der Existenz der Cholerabacillen im Blut nachgewiesen haben.

Pettenkofer beharrt, übrigens unter ausdrücklicher Anerkennung der hohen Bedeutung der bakteriologischen Errungenschaften der von Koch geführten Expedition, auf seinem lokalistischen Standpunkt und stützt sich dabei auf die von ihm nachgewiesenen epidemiologischen Thatsachen, welche im einzelnen und in Kürze nicht wiederzugeben sind. Sie weisen darauf hin, dass die Cholera-Infektionen durch Trinkwasser noch nicht bewiesen sein sollen, dass die Verbreitung

der Krankheit innerhalb der inficierten Gebiete örtlich die grössten Verschiedenheiten zeigt, dass sie in deutlichster Weise von Witterung und Jahreszeit abhängig ist und dass man auf Grund dieser zeitlich-örtlichen Einflüsse die epidemische Ausbreitung der Cholera allein durch die Uebertragung vom Kranken auf den Gesunden nicht annehmen könne.

Die beiden bisher noch in extremer Stellung verharrenden Richtungen würden sich bedeutend nähern, die Eigenschaften des Kommabacillus würden sich mit der Pettenkofer'schen Lehre besser vereinbaren lassen, wenn bei ihm eine Dauerform nachzuweisen wäre. Das Vorhandensein einer solchen ist jedoch bisher nur von einem Autor (Hüppe) behauptet worden.

Hüppe hat ferner beobachtet, dass die Cholerabacillen in dem Moment, wo sie den Körper verlassen, zwar sehr wenig widerstandsfähig sind, dass ihre Widerstandsfähigkeit jedoch bald stark zunimmt und dass es daher doch möglich ist, dass sie auch im Boden unter für sie günstigen Verhältnissen eine Zeit lang existieren, ja sogar sich dort vermehren können.

Hiemit allein sind jedoch die epidemiologischen Beobachtungen noch nicht erklärt und deren Deutung durch Pettenkofer noch nicht sicher gestellt; man weiss immer noch nicht, welchen Weg die Bakterien vom Boden bis zum Munde des Menschen nehmen.

Die Differenz in den Ansichten hat nicht nur theoretisches Interesse, sondern eine grosse praktische Bedeutung, da von dieser Frage die Entscheidung über die gegen die Seuche zu ergreifenden prophylaktischen Massregeln abhängig sind.

Von kontagionistischer Seite wird die möglichste Absperrung des Cholerakeims durch Quarantainen, resp. Revisionen angestrebt. Ist er aber eingedrungen, so muss der erste auftretende Fall möglichst frühzeitig erkannt und eine Verschleppung der Krankheit dadurch verhindert werden, dass der Kranke von geschultem Personal gepflegt und die Fäces des Kranken, Wäsche etc. richtig desinficiert werden. Bei Ausbruch der Epidemie ist für ein sicher nicht verunreinigtes Trinkwasser zu sorgen und die Bevölkerung über die Verbreitungsart der Cholera zu belehren und auf peinlichste Reinlichkeit besonders bei Bereitung der Speisen hin-

zuweisen. Auch auf die schädlichen Wirkungen etwaiger Excesse bei Aufnahme von Speise und Trank, durch die der Körper für die Erkrankung empfänglich gemacht wird, ist aufmerksam zu machen.

Die Lokalisten halten alle Quarantainen und Versuche, den Bacillus in seiner Verbreitung zu beschränken, für zwecklos und, weil sehr kostspielig, sogar für schädlich. Durch gute Kanalisation ist der Boden rein zu halten und damit für die Entwicklung des Cholerakeims ungeeignet zu gestalten. Die Prophylaxe gegen die Cholera muss beginnen, ehe die Krankheit ausgebrochen ist, was auch von den Kontagionisten anerkannt wird.

Wegen der grossen Gefahr, welcher die europäischen Staaten durch die Cholera ausgesetzt sind, haben in den letzten Jahren in Dresden 1893 und Paris 1894 internationale Konferenzen stattgefunden, in welchen die Massregeln beraten wurden, die bei Ausbruch der Cholera zu ergreifen sind. Nach den Beschlüssen der Dresdener Sanitätskonvention, welchen sich die meisten europäischen Staaten angeschlossen haben, ist die Cholera als eine rein kontagiöse Erkrankung aufzufassen. Durch rechtzeitige Erkennung, Bekanntmachung und Absperrung des oder der ersten Fälle, eine den Personen- und Warenverkehr möglichst wenig belästigende Kontrolle, genaue Beobachtung der Wasserstrassen und Schiffahrt, ist die Verbreitung der Cholera nach den Bestimmungen der Sanitätskonvention zu verhüten.

Nach diesen Grundsätzen ist in den letzten drei Jahren im deutschen Reiche gehandelt worden und überall, wo die Behörden rechtzeitig eingreifen konnten, ist es geglückt, eine Verbreitung der Cholera zu verhüten. Die anfangs sehr scharfen Massregeln sind bedeutend gemildert worden und es ist zu hoffen, dass die weitere Beobachtung des Auftretens der Cholera und des Erfolges der ausgeführten sehr kostspieligen Schutzmassregeln deren weitere Einschränkung ermöglichen wird.

Ob die Annahme, dass die Verhütung des Auftretens grösserer Epidemien in Deutschland den getroffenen Vorkehrungen zu verdanken ist und dass nun überhaupt stets,

wenn die Behörden rechtzeitig bei Ausbruch der Cholera Kenntnis erhalten und eingreifen, eine Epidemie wird verhindert werden können — ob diese Annahme richtig ist, wird der Verlauf der Cholera in den nächsten Jahren lehren.

Der Typhus abdominalis

ist eine weit verbreitete, bei uns endemische Krankheit, deren Erreger der pag. 25 beschriebene Typhusbacillus ist.*)

Ueber seine Verbreitung gilt annähernd dasselbe, was über die der Cholera gesagt wurde.

Die Contagionisten glauben, dass der Bacillus, welcher mit den Faeces der Kranken ausgeschieden wird, durch direkte Uebertragung zur Ansteckung führen kann.

Der in Bezug auf den Nährboden und die Temperatur nicht sehr wählerische Bacillus kann zunächst bei unvorsichtigem Manipulieren in der Umgebung des Kranken, welcher Wäsche, Betten, Kleidung mit den Faeces beschmutzt, schon dort verderblich werden. Er nimmt dann seinen Weg mit den Fäkalien. Wo schlechte Abtrittseinrichtungen, undichte Gruben u. s. w. existieren, kann er sich schon in der Umgebung des Hauses niederlassen und auch etwa vorhandene Kesselbrunnen inficieren. Mit der Entleerung der Gruben wandert er weiterhin auf das Feld, wo er im Boden sich längere Zeit lebend erhält und gelegentlich mit den dort gezogenen Früchten, Gemüsen u. s. w. wieder in die Stadt geschafft werden kann.

In der Milch gedeiht er vorzüglich; sie wird zum Verbreiter des Typhus, wenn der Typhusbacillus bei einer Erkrankung im Hause des Produzenten durch dort herrschende Unreinlichkeit in die Milchgefässe gelangt, wo er die günstigsten Bedingungen für sein Wachstum vorfindet. So werden Epidemien berichtet, bei denen zuerst die Milchproduzenten, dann die von einander entfernt in typhusfreien Häusern wohnenden Abnehmer erkrankten.

---

*) Schutzimpfungen gegen Typhus nach ausgebrochener Krankheit sind von E. Fraenkel mit sterilisierten Kulturen des Typhusbacillus in Thymusbouillon, von Rumpf mit sterilisierten Kulturen von Bac. pyocyaneus in Thymusbouillon mit scheinbar gutem Erfolg ausgeführt worden.

Das Trinkwasser kann die Krankheit verbreiten, wenn die Typhuskeime in Brunnen gelangen oder in Flussläufe, welche mit den Faeces Typhuskranker inficiert und bald darauf zur Wasserversorgung verwendet werden.

Es ist gerade diese Art der Verbreitung durch das Trinkwasser, gegen welche sich Pettenkofer mit aller Entschiedenheit wendet. Er macht auf die an verschiedenen Orten ausgeführten Untersuchungen aufmerksam, nach denen gerade dort, wo die Brunnen am stärksten verunreinigt sind, der Typhus am spärlichsten auftritt und umgekehrt. Er weist nach, dass die Einführung von Wasserleitungen, welche zweifellos reines, nicht inficiertes Wasser zuführen, keinen Einfluss auf den Verlauf der Epidemien erkennen lassen, wie dies pag. 181 schon auseinandergesetzt wurde.

Pettenkofer schliesst aus der günstigen Einwirkung, welche die Kanalisation in verschiedenen Städten auf das Auftreten des Typhus gehabt, wie auch aus der pag. 181 erwähnten Coincidenz zwischen dem Steigen des Grundwassers und Nachlassen der Epidemie und umgekehrt auf die Beteiligung des Bodens, in welchem sich der Typhuskeim erst entwickeln muss, bis er fähig wird, die Krankheit hervorzurufen.

Den verschiedenen Anschauungen über die Verbreitung der Seuche entsprechen auch die vorgeschlagenen prophylaktischen Massregeln. Die Contagionisten empfehlen, den Faeces, der Wäsche und Kleidung des Kranken eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken und möglichst zu verhindern, dass der Typhusbacillus lebend aus der Umgebung des Kranken entkommen kann. (Die Art der notwendigen Desinfektion ist pag. 456 beschrieben). Leicht inficierbare Kesselbrunnen sind zu schliessen, am besten eine allgemeine Wasserversorgung oder aber, wo dies nicht durchführbar, die sicheren Röhrenbrunnen anzulegen.

Pettenkofer legt den Hauptwert auf die Reinhaltung des Bodens durch eine gut eingerichtete Kanalisation.

Die Cholera nostras

ist nicht als eine bestimmte, durch einen spezifischen

Krankheitserreger *) hervorgebrachte Erkrankung zu verstehen. Man rechnet vielmehr hierher die besonders im Sommer bei grosser Hitze auftretenden, in ihrem klinischen Verlauf der Cholera asiatica sehr ähnlichen Magen-Darmkatarrhe.

Ihr Entstehen findet eine genügende Erklärung in der bei hoher Temperatur rascher vor sich gehenden Zersetzung der Nahrungs- und Genussmittel durch Mikroorganismen, die sich auf ihnen reichlich vermehren und durch ihre Menge und die von ihnen produzierten Stoffwechselprodukte Krankheit erzeugen. Die durch sie bedingten Gefahren werden noch erhöht durch das unmässige Trinken häufig zu stark abgekühlter Getränke, wonach im Sommer ein grösseres Bedürfnis vorhanden ist.

Auch die

Cholera infantum

ist keine einheitliche, von einem Mikroorganismus erzeugte Krankheit. Es gehören zu ihr alle unter den verschiedensten Namen: Darmkatarrh, Brechdurchfall, Diarrhoe u. s. w. aufgeführten, wahrscheinlich auch noch ein Teil der mit Atrophie, Krämpfe u. s. w. bezeichneten Erkrankungen.

Sie befällt in grosser Anzahl schlecht gepflegte Kinder im Säuglingsstadium. Die Art ihrer Ernährung und das zeitliche Auftreten der Erkrankungen lassen deren Ursachen deutlich erkennen.

Betrachtet man die Anzahl der Gestorbenen nach der Art der Ernährung, wie sie auf Grund der Erhebungen bei der Volkszählung und durch die Mortalitätsstatistik 1885 in Berlin von Boeckh angegeben wird:

1885 in Berlin vor Ablauf des ersten Lebensjahres Gestorbene auf je 1000 in gleichem Alter lebende Kinder

Art der Ernährung	
Muttermilch	7.6
Ammenmilch	7.4
halb Brustmilch, halb Tiermilch	23.6

*) Das von Finkler-Prior als Ursache der Cholera nostras angegebene, pag. 37 beschriebene Spirillum hat mit der Erzeugung dieser Krankheit nichts zu thun.

Tiermilch	45.6
Tiermilch und Milchsurrogate	74.8

und die aus derselben Statistik berechnete relative Sterblichkeit der Kinder unter einem Jahr, welche an Verdauungskrankheiten gestorben waren:

	ehel. Kinder	unehel. Kinder
Brustmilch	1.3	1.0
halb Brustmilch, halb Tiermilch .	7.9	23.7
nur Tiermilch	18.7	29.9
Tiermilch und Milchsurrogate .	51.1	71.9

so sieht man, dass die Ursache der hohen Todesziffer in der künstlichen Ernährung zu suchen ist.

Berücksichtigt man ferner das zeitliche Auftreten der Cholera infantum, wie dies in der nachfolgenden Tabelle geschehen ist:

die Sterblichkeit der Säuglinge an Brechdurchfall betrug i. J. 1889

im I. Quartal	1042
April und Mai	1253
Juni und Juli	10011
August	2469
September	1138
IV. Quartal	1082

so erkennt man, dass die durch die hohe Temperatur hervorgerufenen Zersetzungen der künstlichen Nahrungsmittel eine der Ursachen dieser mörderischen Krankheit bilden. Nach Feststellung der Aetiologie ist auch die Prophylaxe gegeben. Sie besteht darin, die in den künstlichen Nährsubstraten, besonders also der Milch, vor sich gehenden Zersetzungen durch Sterilisation der Milch zu verhindern. Wie dies zu geschehen hat, ist auf pag. 398 näher angegeben. Die günstigen Erfolge, welche die Ernährung der Säuglinge mit sterilisierter (keimarmer) und bis zum Genuss derselben steril aufbewahrter Kuhmilch, hauptsächlich auf Soxhlet's Anregung hin, ergeben haben, haben zur richtigen Erkenntnis der Aetiologie und Prophylaxe der Cholera infantum beigetragen (s. a. Seite 397).

Wenn, wie neuere statistische Zusammenstellungen ergeben haben, bisher eine allgemeine stärkere Abnahme der Sterblichkeit der Kinder im ersten Lebensjahre an Magen-Darm-

erkrankungen nicht zu konstatieren ist, so dürfte dies erstens daran liegen, dass die Ernährung mit sterilisierter Milch bisher zumeist nur bei den wohlhabenden Familien eingeführt wurde, während die Ernährung der Kinder der bedeutend zahlreicheren ärmeren Familien immer noch in der alten Weise gehandhabt wird, ganz besonders aber auch daran, dass die Kinder der ärmeren Klassen — und diese sind es fast ausschliesslich, welche an Magen-Darmerkrankungen zu Grunde gehen — im allgemeinen unter höchst ungünstigen hygienischen Verhältnissen leben, mit deren Verbesserung auch die Verminderung der Todesfälle an Cholera infantum zu erhoffen wäre.

Die Pocken, Blattern, Variola

stammen wahrscheinlich aus Indien und Centralafrika, wo sie jetzt noch endemisch sind. Der Erreger der Variola ist noch nicht bekannt; nach neueren Untersuchungen scheint er zu den Protozoën (pag. 39) zu gehören. Nach Buttersack soll der Erreger der Pocken ein Sporen-bildender Bacillus sein. Die Pocken werden von ihrer Heimat noch heute verbreitet und treten, überall zahllose Opfer fordernd, auf, wo nicht durch die Einführung der Schutzimpfung die Krankheit bekämpft wird. Alle übrigen prophylaktischen Massregeln, wie Quarantänen, Absonderungen gewähren keinen sicheren Schutz.

Die überaus günstigen Erfolge der pag. 442 schon erwähnten Jenner'schen Schutzimpfung sind über jeden Zweifel erhaben. Die vielen Untersuchungen und Statistiken haben mit Sicherheit ergeben, dass die Impfung mit Vaccine einen ähnlichen Schutz gegen die Pocken hervorruft, wie das einmalige Ueberstehen der Krankheit.

Die speziell im Deutschen Reichsgesundheitsamt zur Informierung des Reichstages ausgeführten Zusammenstellungen haben folgende Resultate ergeben: Die Pocken haben seit dem Inkrafttreten des Impfgesetzes in Deutschland in einer früher nie gekannten Weise abgenommen. In den Nachbarstaaten, welche bisher die Zwangsimpfung nicht eingeführt haben, herrschen die Pocken dagegen nach wie vor in erheblichem

Masse. Die deutschen Grossstädte haben von der Pockenkrankheit fast gar nichts mehr zu leiden, während in den grossen Städten des Auslandes die Pocken noch immer zahlreiche Opfer fordern. Die deutsche Armee ist fast frei von Pocken, während andere Heere noch sehr von dieser Krankheit leiden.

Das deutsche Impfgesetz*) vom 8. April 1874 muss daher als eine ausserordentlich nützliche und segensreiche Institution angesehen werden. Seine beiden wichtigsten Bestimmungen bilden den

§ 1. Der Impfung mit Schutzpocken soll unterzogen werden:

1. jedes Kind vor dem Ablauf des auf sein Geburtsjahr folgenden Kalenderjahres, sofern es nicht nach ärztlichem Zeugnis die natürlichen Blattern überstanden hat;

2. jeder Zögling einer öffentlichen Lehranstalt oder einer Privatschule mit Ausnahme der Sonntags- und Abendschulen innerhalb des Jahres, in welchem der Zögling das zwölfte Jahr zurückgelegt, insofern er nicht nach ärztlichem Zeugnis in den letzten 5 Jahren die natürlichen Blattern überstanden hat oder mit Erfolg geimpft worden ist.

Ein Impfpflichtiger, welcher nach ärztlichem Zeugnis ohne Gefahr für sein Leben oder für seine Gesundheit nicht geimpft werden kann, ist binnen Jahresfrist nach Aufhören des diese Gefahr begründenden Zustandes der Impfung zu unterziehen.

Ist eine Impfung nach dem Urteile des Arztes erfolglos geblieben, so muss sie spätestens im nächsten Jahre und, falls sie auch dann erfolglos bleibt, im dritten Jahre wiederholt werden.

Jeder Impfling muss frühestens am sechsten, spätestens am achten Tage nach der Impfung dem impfenden Arzte vorgestellt werden.

---

*) In Oesterreich ist für die Bekämpfung der Blattern ein einheitliches Reichsgesetz nicht erlassen. Dagegen existieren verschiedene Ministerial- und in den verschiedenen Kronländern Statthalterei-Verordnungen, welche sich mit den einzelnen Phasen der Bekämpfung der Blattern (Isolierung, Infektion u. s. w.) beschäftigen. Die Vornahme der Jenner'schen Schutzimpfung ist in diesen nicht obligat vorgeschrieben, sondern nur dringend anempfohlen und ist daher auch in den letzten Jahren mehr und mehr eingeführt worden.

Bei der Schutzimpfung sind zweierlei Verfahren zu unterscheiden, je nachdem Menschen- oder Tierlymphe verwandt wird.

Menschenlymphe ist die sich in den Jenner'schen Vaccinebläschen bildende klare, wasserhelle, glänzende Flüssigkeit, welche beim Aufstechen derselben, nachdem sie ein bestimmtes Alter (sieben Tage) erreicht haben, ausfliesst. Diese Lymphe wird in 3—5 kleine Schnitte oder Stiche eingebracht, die mit den sogenannten Impflanzetten ganz oberflächlich, ohne eine irgendwie bedeutende Blutung hervorzubringen, an jedem Oberarm gesetzt sind.

Bei erfolgreicher Impfung entsteht an den geeimpften Stellen zunächst eine umschriebene Rötung, die am vierten Tage unter Verhärtung zunimmt. Am fünften bis sechsten Tage beginnt schwaches Fieber, welches in den nächsten Tagen noch in die Höhe geht und zuweilen von Erbrechen, Kopfschmerzen, Krämpfen begleitet ist. Die Impfpustel hat inzwischen an Grösse zugenommen und erscheint am fünften bis sechsten Tage als rundes, glattrandiges, mit centraler Einsenkung versehenes, blassrotes Bläschen mit wenig Inhalt. Die Pustel vergrössert sich noch bis zum achten Tage, trocknet am zehnten bis zwölften Tage mit gelber Kruste ein, welch letztere am fünfzehnten bis sechzehnten Tage unter Zurücklassung einer rötlichen Narbe abfällt.

In ähnlicher Weise verläuft die Impfung mit der weiter unten beschriebenen Tierlymphe, nur dauert der Prozess drei bis sechs Tage länger.

Bei den Revaccinanden sind die Allgemeinerscheinungen stets heftiger, der Prozess der Pustelbildung geht aber schneller vor sich.

Die Impfung mit humanisierter Lymphe hat, wenn auch selten, Schäden hervorgerufen, falls durch die Impfung Krankheiten mit übertragen wurden. Als solche sind besonders die Wundinfektionskrankheiten, unter diesen wieder am meisten das Erysipel zu fürchten, welches sei seinem Auftreten leicht zu Masseninfektionen führen kann, dann Syphilis und Tuberkulose.

Um diese zu vermeiden, müssen die Impfärzte die Impf-

linge, von welchen Lymphe zum Weiterimpfen entnommen werden soll (A b -, S t a m m -, M u t t e r i m p f l i n g e) zuvor am ganzen Körper untersuchen und als vollkommen gesund und gut genährt befinden. Sie müssen von Eltern stammen, welche an vererbbaren Krankheiten (Tuberkulose oder Syphilis) nicht gestorben sind. Der Stammimpfling selbst muss frei sein von Geschwüren, Schrunden und Ausschlägen jeder Art, von Kondylomen u. s. w.; er darf überhaupt kein Zeichen von Syphilis, Skrophulosis, Rhachitis oder einer anderen konstitutionellen Krankheit haben.

Es dürfen fernerhin an Orten, in denen ansteckende Krankheiten eine allgemeinere Verbreitung haben, Impfungen nicht vorgenommen werden. Die zur Impfung erscheinenden Kinder sollen vorher sorgfältig gereinigt sein und reine Kleidung tragen; ferner müssen die zur Impfung bestimmten Instrumente rein sein und vor jeder Impfung eines neuen Impflings mit Wasser gereinigt und mit Carbol- oder Salicylwatte abgetrocknet werden. Es dürfen auch nur solche Instrumente gebraucht werden, die eine gründliche Reinigung gestatten.

Während nach Gesagtem die Impfung mit h u m a n i s i e r t e r Lymphe nur unter bestimmten Cautelen frei von Gefahren für Gesundheit und Leben der Impflinge ist, sind diese bei Verwendung von T i e r l y m p h e zum Teil ganz ausgeschlossen (Syphilis), zum andern Teil leichter zu vermeiden. Da ferner die Impfung mit Tierlymphe in der Neuzeit so vervollkommnet ist, dass man sie der mit Menschenlymphe als annähernd gleichwertig betrachten kann, so hat der Bundesrat durch Beschluss vom 18. Juni 1885 noch bestimmt:

Die allgemeine Einführung der Impfung mit Tierlymphe ist allmählich durchzuführen und zwar sind unter Zuhilfenahme der bisher gewonnenen Erfahrungen Anstalten zur Gewinnung von Tierlymphe in einer dem voraussichtlichen Bedarfe entsprechenden Anzahl zu errichten.

Sobald der Bedarf an Tierlymphe seitens einer solchen Anstalt gesichert ist, sind die öffentlichen Impfungen in dem betreffenden Bezirke mit Tierlymphe auszuführen. Für die Einrichtung und den Betrieb der Anstalten sind folgende allgemeine Bestimmungen massgebend:

a) die Anstalt ist der Leitung eines Arztes zu unterstellen;

b) die Lymphe wird den Impfärzten kosten- und portofrei überlassen;

c) es ist gestattet, an Stelle der sogenannten gemeinen Vaccine, die Retrovaccine zu benützen.

Die Lymphe ist nicht eher an die Impfärzte abzugeben, als bis die Untersuchung der geschlachteten Tiere, welche die Lymphe lieferten, deren Gesundheit erwiesen hat.

Durch diese Vorschriften hat der Gesetzgeber auch das letzte Bedenken gegen die animale Lymphe (Verhütung der Tuberkuloseübertragung) und damit gegen die allgemeine Einführung des Impfzwanges beseitigt.

Die Tierlymphe kann hergestellt werden durch Impfung des Tieres (männliche Kälber eignen sich am besten)

1. mit Variolablaseninhalt,
2. von Kalb zu Kalb,
3. Rückimpfung mit humanisierter Lymphe (Retrovaccine).

Da es bei der Kälberimpfung auf Erzielung einer grossen Menge von Impfflüssigkeit ankommt, genügt es nicht, die Vaccination analog der beim Menschen angewandten Methode auszuführen. Es muss vielmehr eine möglichst grosse Fläche zur Aussaat benützt werden, damit der Ertrag an Impfstoff ein entsprechend hoher ist. Als solch ausgedehnte Impfplätze haben sich die Innenflächen der Schenkel, das Scrotum und die beiden Seiten der Linea alba am geeignetsten erwiesen. Auf diesen werden die Haare mit der Scheere abgeschnitten, dann rasiert und die ganze zu impfende Fläche mit der nächsten Umgebung gründlich gereinigt und mit Sublimat ($^1/_{1000}$) desinficiert.

Die Impfung erfolgt nicht durch kleine Stiche, sondern die ganzen Flächen werden durch kleine Schnitte scarificiert oder mit langen Schnitten, eventuell mit einem dreiklingigen Messer vorbereitet. Die Haut muss durch passende Lagerung des Tieres prall gespannt sein, damit die Schnitte weit klaffen. Nach Entfernung des austretenden Blutes wird die Fläche mit Lymphe sorgfältig eingerieben. Die darauf sich bildende Variola-Vaccine wird dann nach vollständiger Reifung der geimpften Stelle (ungefähr vier Tage)

in geeigneter Weise abgeimpft und gibt mit Glycerin gut verrieben eine gelbe oder rötliche Emulsion (bei schwarzen Kälbern ist sie mit schwarzem Pigment vermischt), welche zum Versand in Capillaren aufgesaugt oder in kleine Grammfläschchen eingefüllt wird.

Die in dieser oder ähnlichen Weise bereiteten Impfkonserven halten sich etwa ein Jahr, ohne zu faulen, wenn sie kühl aufbewahrt werden. Es nimmt jedoch ihre Impfkräftigkeit stetig ab, weshalb es angezeigt ist, immer möglichst frische Lymphe zu verwenden. Am schlechtesten haltbar ist die im Sommer gewonnene Lymphe.

Obwohl die Impfkälber vor ihrer Verwendung untersucht werden müssen und nur die als gesund befundenen zu benützen sind, so schreibt dennoch das Impfgesetz vor, dass die Lymphe nicht eher an die Impfärzte abzugeben ist, als bis die Untersuchung der geschlachteten Tiere, welche die Lymphe geliefert haben, deren Gesundheit erwiesen hat. (Verhütung der Tuberkuloseübertragung.)

Mit dieser Vorschrift hat der Gesetzgeber auch das letzte Bedenken gegen die animale Lymphe und die Einführung des allgemeinen Impfzwanges beseitigt.

Die Wutkrankheit oder Lyssa

ist eine schon im Altertum bekannte Krankheit, welche besonders Hunde und Wölfe, dann aber auch eine grössere Anzahl anderer Tierspecies befällt und gelegentlich durch Biss auf den Menschen übertragen wird. Welcher Mikroorganismus der Erreger der Erkrankung ist, ist bisher noch nicht bekannt.

Bei ihrer Bekämpfung hat sich zunächst die strenge Beaufsichtigung der Hunde und die durch Steuer eingeführte Reduktion im Halten derselben als eine äusserst günstige prophylaktische Massregel erwiesen. Die in den Städten eingeführten sehr hohen Steuern haben zur Folge gehabt, dass zumeist nur diejenigen Personen sich Hunde halten, welche sie notwendig gebrauchen, oder welche für die Tiere Interesse haben und ihnen eine gute Pflege angedeihen lassen. Da alle frei herumlaufenden herrenlosen Hunde, welche zur Verbreitung der Wut den hauptsächlichsten Anlass gaben, weggefangen

und getötet werden, ist die Krankheit in Deutschland fast verschwunden.

Gegen den Ausbruch der Krankheit bei gebissenen Menschen hat sich die pag. 443 beschriebene Pasteur'sche Schutzimpfung, welche bei ihrer Einführung vor wenigen Jahren in Deutschland mit unberechtigtem Misstrauen aufgenommen wurde, gut bewährt. Es sind deshalb in verschiedenen Ländern, Italien, Russland, Oesterreich u. s. w., wo die Lyssa noch häufig ist, die Schutzimpfungen mit sehr günstigem Erfolge eingeführt worden.

Die Influenza (Grippe)

wird von den Seite 27 beschriebenen Influenzabacillen hervorgerufen. Influenzaepidemieen sind schon in früheren Jahrhunderten beobachtet worden; sichere Berichte liegen seit 1387 vor. In den letzten Jahren ist sie in ausgedehnten Epidemien auf der ganzen Erde aufgetreten. Die Krankheit resp. der Krankheitserreger wird durch das Secret der erkrankten Schleimhäute des Respirationsapparates verbreitet. Sobald das Secret eingetrocknet ist, kann eine Verbreitung nicht mehr stattfinden. Die Disposition für die Influenza scheint sehr verbreitet zu sein, da bei Ausbruch einer Epidemie ein sehr grosser Bruchteil der Bevölkerung, zumeist freilich nur ungefährlich, erkrankt.

Bei der leichten Uebertragbarkeit der Influenza kann ihre Verbreitung durch *allgemeine* Massregeln kaum verhütet werden, während sich *der Einzelne* eher durch strenge Absonderung vor dieser rein *contagiösen* Krankheit schützen könnte.

Die Syphilis und Gonorrhoe,

welche man auch als *venerische* Krankheiten bezeichnet, werden fast ausschliesslich bei Vollzug des ausserehelichen Beischlafs verbreitet, sei es, dass dieser bei gegenseitiger Zuneigung oder unter pekuniärer Entschädigung des einen Teils für die Darbietung des Körpers (*Prostitution*) gewerbsmässig stattfindet.

Von der enormen Grösse der durch sie hervorgerufenen, gesundheitlichen Schäden kann man sich leider ein genaues

Bild nicht machen, weil aus naheliegenden Gründen allgemeine statistische Untersuchungen fehlen.

Die Schwere der Gefahr beruht nicht in der akuten Erkrankung, wie dies bei Cholera, Diphtherie u. s. w. der Fall, sondern in deren chronischen Verlauf und den furchtbaren, oft erst spät sich einstellenden Folgen der stattgehabten Infektion.

Da der Weg bekannt ist, auf welchem die venerischeu Krankheiten verbreitet werden, kann es sich nur noch darum handeln, denselben vollständig abzuschliessen, ihn einzuengen oder aber durch bestimmte Massregeln diejenigen, welche diesen Weg wandeln, vor den dabei auftretenden Schäden zu bewahren.

Die erste Möglichkeit ist absolut ausgeschlossen. Die Geschichte lehrt, dass die Prostitution zu allen Zeiten bestanden hat und man kann nicht annehmen, dass sie zu einer Zeit aufhören wird, in welcher die Erwerbsverhältnisse für das einzelne Individuum und damit auch die Begründung einer Ehe schwierigere geworden sind.

Die Prostitution durch Gesetze in ihrer Verbreitung einzuschränken, ist möglich; es ist dies eine Aufgabe, der sich kein Kulturstaat entziehen wird.

Das sicherste Mittel aber, die sanitären Schäden der Prostitution zu verhüten, liegt darin, dass man ihre Notwendigkeit anerkennt und geeignete Schutzmassregeln gegen die Entstehung der venerischen Krankheiten ergreift.

Als solche ist die „Kasernirung“ der Prostitution zu bezeichnen, d. h. die Einrichtung von Bordellen*), in denen die Prostituirten wohnen, verpflegt werden und ihr bedauernswertes Geschäft ausüben.

Nur dann ist es möglich, durch Untersuchungen der Prostituirten und ihrer Gäste, durch Innehalten einer peinlichen Sauberkeit, durch zweckmässige Belehrung der Art der Verbreitung der Infektionskrankheiten und der aus ihnen resultierenden Gefahren, durch passende Gelegenheit, die zum Schutz vor Erkrankung geeigneten Objekte (Präservatifs und

---

*) Die Einrichtung der Bordelle stammt von Solon dem Weisen.

Desinfektionsmittel) zu erwerben (Automaten) — nur dann ist es möglich, die Verbreitung der venerischen Krankheiten wirksam zu bekämpfen.

Hierzu gehört ferner, dass allen denen, welche erkrankt sind, Gelegenheit geboten wird, sich von tüchtig geschulten Spezialärzten unentgeltlich behandeln zu lassen, damit sie bald geheilt werden und nicht weiter zur Verbreitung der venerischen Krankheiten beitragen.

Es muss deshalb vom hygienischen (übrigens auch vom humanen) Standpunkte aus aufs allerstrengste verurteilt werden, wenn Krankenkassen den an venerischen Krankheiten leidenden Mitgliedern die Krankenunterstützung (ärztliche Behandlung u. s. w.) nicht gewähren, oder wenn in Krankenhäusern die betreffenden Kranken als Kranke II. Klasse behandelt und weniger gut verpflegt werden.

Die venerischen Krankheiten sind Erkrankungen, wie andere auch, die erworben zu haben für ein Unglück und nicht für eine Schande betrachtet werden sollte.

Litteratur: Behring, „Die Blutserum-Therapie"; Buchner, „Schutzimpfung u. a. individuelle Schutzmassregeln", Handbuch der speziellen Therapie innerer Krankheiten von Penzoldt und Stintzing; Die Arbeiten deutscher Forscher über Immunität u. s. w. sind grossenteils in der „Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten", im „Archiv f. Hygiene" in der Berliner klinischen, Deutschen medizinischen und Münchener medizinischen Wochenschrift erschienen. Gärtner, „Die Verhütung der Uebertragung und Verbreitung ansteckender Krankheiten", „Handbuch der speziellen Therapie innerer Krankheiten" von Penzoldt u. Stintzing. v. Pettenkofer, „Cholera-Epidemiologisches"; Flügge, „Die Verbreitungsweise und Verhütung der Cholera", Zeitschrift für Hygiene, Bd. 14; Ripperger, „Die Influenza".

Gewerbehygiene.

Wie es das Ziel der Hygiene ist, die Gesundheit des Menschen zu kräftigen und vor Schäden zu schützen, so strebt auch die Gewerbehygiene nach der Vermeidung aller Schädigungen, welche im Gewerbebetriebe (im weitesten Sinne des Wortes) entstehen und nach einer Kräftigung der hierbei beteiligten Personen. Wie notwendig diese Bestrebungen sind, das zeigt die Betrachtung einer jeden nach Berufsarten zusammengestellten Mortalitätsstatistik.

Die nachfolgende Tabelle gibt über die Sterblichkeit der verschiedenen Berufsklassen nach einer englischen, die Jahre 1880—82 umfassenden Statistik Auskunft. Die Zahlen zeigen deutlich, dass im Gegensatz zu den unter sehr günstigen hygienischen Verhältnissen lebenden Geistlichen, Gärtnern, Landwirten, ländlichen Arbeitern u. s. w. die meisten gewerblichen Betriebe viel grössere Anforderungen an die Gesundheit des Einzelnen stellen.

Es muss daher das Bestreben aller massgebenden Faktoren sein, auf die Besserung der hygienischen Verhältnisse der arbeitenden Bevölkerung hinzuwirken, was in den letzten Jahren von den Verwaltungen der Staaten und Gemeinden, von Vereinen und Privaten immer mehr anerkannt worden ist und schon zu erfreulichen Resultaten geführt hat.

Unter den Einrichtungen, welche die Gesundheit der Arbeiter kräftigen und sie widerstandsfähiger gegen Krankheiten machen und auch vor diesen schützen können, nehmen die Arbeiterwohnungen die erste Stelle ein.

No.	Auf je 1000 Lebende der betreffenden Berufsklasse starben jährlich	im Alter von 25 bis 45 Jahren	im Alter von 45 bis 65 Jahren	Vergleichsziffern für die Sterblichkeit *)
1	Geistliche	4.64	15.93	556
2	Gärtner	5.52	16.19	599
3	Landwirte, Pächter	6.09	16.53	631
4	Schullehrer	6.41	19.84	719
5	Stellmacher	6.83	19.21	—
6	Ländliche Arbeiter	7.13	17.68	701
7	Advokaten	7.54	23.13	842
8	Bergleute in Steinkohlenbergwerken	7.64	25.11	891
9	Licht- und Seifenfabrikanten	7.74	26.19	920
10	Zimmerleute, Tischler	7.77	21.74	—
11	Gerber, Fellhändler	7.97	25.37	911
12	Krämer (Gewürzkrämer)	8.00	19.16	771
13	Bergleute in Eisenbergwerken	8.05	21.85	834
14	Seefischer	2.32	19.74	797
15	Maler, Bildhauer	8.39	25.07	921
16	Müller	8.40	26.62	957
17	Bäcker, Konditoren	8.70	26.12	958
18	Schmiede, Hufschmiede	9.29	25.67	973
19	Schuhmacher	9.31	23.36	921
20	Apotheker, Droguisten	10.58	25.16	1015
21	Schneider	10.73	26.47	1051
22	Tabakshändler	11.14	23.46	—
23	Aerzte	11.57	28.03	1122
24	Fleischer	12.16	29.08	1170
25	Friseure	13.64	43.25	1327
26	Schornsteinfeger	13.73	41.54	1519
27	Musiker	13.78	32.38	1314
28	Brauer	13.90	34.25	1361
29	Bergleute in Zinnbergwerken	14.77	53.69	1839
30	Feilenhauer	15.29	45.14	1667
31	Kutscher, Schaffner	15.39	36.83	1482
32	Schankwirte, Restaurateure	18.02	33.68	1521
33	Angestellte in Schenken, Herbergen etc.	22.63	55.30	2205
34	Hausierer, Kolporteure	20.26	45.33	1879
35	Taglöhner in London	20.62	50.85	2020
36	Beschäftigungslose männliche Personen	32.43	36.20	2182
37	Männliche Personen überhaupt	10.16	25.27	1000

*) Die Spalte gibt Zahlen der Sterblichkeit der verschiedenen Berufsarten für deren 25 bis 65 Jahre alte Angehörige. Die Mortalität der gesamten männlichen Bevölkerung dieses Alters ist hierbei = 1000 gerechnet.

Die Arbeiterbevölkerung, besonders die dicht bewohnten Städte, lebt zumeist in schlechten und überfüllten Wohnungen (s. die Tabelle S. 188). Zur Beseitigung der Wohnungsnot muss für eine grössere Anzahl den Bedürfnissen der arbeitenden Klassen entsprechender Wohnungen gesorgt werden. Dies kann durch Staat und Gemeinde geschehen, indem sie durch Hergabe von Grund und Boden, durch Unterstützung der bauenden Privaten, durch teilweise Enthebung von den bei Aufführung von Bauten entstehenden Lasten (Strassenbau, Kanalisations-, Wasseranlagen u. s. w.) durch Erlass von Steuern*) das Bauen erleichtern und indem sie selbst für die von ihnen Angestellten passende Wohnungen herstellen.

Insbesondere muss aber durch geeignete Gesetze, Bauordnungen u. s. w. dafür gesorgt werden, dass die Bodenspekulation und deren notwendige Folge, die übermässige Ausnützung des Baugeländes eingeschränkt wird. Auf die nach dieser Richtung zielenden neuerdings sehr mächtigen Bestrebungen ist Seite 190 u. ff. schon aufmerksam gemacht worden.

Was Staat und Gemeinde leisten können, reicht jedoch nach den vielfach vorliegenden Erfahrungen bei weitem nicht aus. Die Hauptaufgabe haben stets die Privaten zu lösen und zwar auf verschiedenen Wegen.**)

Wo besser situierte Arbeiter vorhanden sind, welche längere Zeit in Stellung bleiben, einen sicheren Verdienst und damit Gelegenheit haben, Ersparnisse zu machen, sind durch Genossenschaften geeignete Bauten aufzuführen, welche unter

---

*) In Oesterreich sind nach dem Gesetz vom 9. Febr. 1892 jene Gebäude von der sonst sehr hohen Hauszinssteuer auf 24 Jahre befreit, „welche zu dem Zwecke erbaut werden, um ausschließlich an Arbeiter vermietet zu werden und denselben gesunde und billige Wohnungen zu bieten, und zwar wenn solche: a) von Gemeinden, gemeinnützigen Vereinen und Anstalten für Arbeiter; b) von aus Arbeitern gebildeten Genossenschaften für ihre Mitglieder; c) von Arbeitgebern für ihre Arbeiter errichtet werden."

Leider sind die Bestimmungen des Gesetzes derartige, dass dasselbe bisher nur in wenigen Fällen zur Geltung kam.

**) Nach § 74 der Oesterr. Gewerbeordnung haben Gewerbsinhaber, wenn sie Wohnungen ihren Hilfsarbeitern überlassen, diesem Zwecke keine gesundheitsschädlichen Räumlichkeiten zu widmen.

leichten Bedingungen von einzelnen Arbeiterfamilien übernommen werden können.

Wo dies nicht durchführbar ist, haben die Arbeitgeber besonders grösserer Etablissements, die Verpflichtung, das Wohnungsbedürfnis ihrer Arbeiter zu befriedigen.

Weiterhin müssen von Vereinen (Baugesellschaften) Wohnhäuser aufgeführt werden, deren Wohnungen von den Arbeiterfamilien gemietet werden können. Nach den vielfachen, jetzt schon vorliegenden Erfahrungen müssen sich solche Gesellschaften auf einen streng geschäftlichen Standpunkt stellen. Sie dürfen nicht nur Wohlthätigkeitsanstalten sein wollen, sondern müssen auch die Nutzbarmachung vorhandener Kapitalien anstreben, wenn die für diese Zwecke notwendigen grossen Summen zusammen kommen sollen.

Was die Bauart der Arbeiterwohnungen betrifft, so ist da, wo Platz vorhanden und für nicht zu hohen Preis Baugrund zu erwerben ist, die Errichtung von kleinen Häusern für eine oder nur wenige Familien das zweckmässigste. Ein kleiner am Haus liegender Garten soll dann noch Gelegenheit zum Aufenthalt im Freien, zum Spielen für die Kinder, zum Anbau von Gemüse, zur wirtschaftlichen Benützung (Trocknen der Wäsche u. s. w.) geben. Derartige Häuser werden einzeln errichtet, zu zweien oder vieren zusammengelegt oder reihenweise aufgebaut und bilden dann, wenn sie in grösserer Menge vorhanden sind, die sogenannten Arbeiterkolonien.

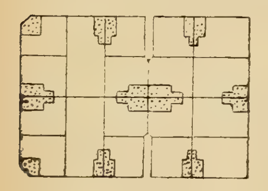


Fig. 202.
Grundriss einer Arbeiterkolonie.

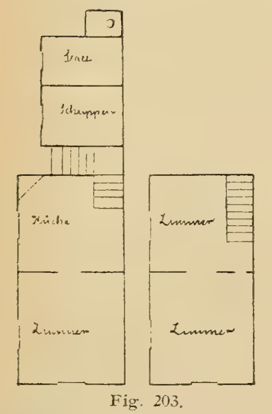


Fig. 203.
Erdgeschoss und erster Stock eines Arbeiterhauses.

Fig. 202 zeigt einen Teil einer solchen Arbeiterkolonie (Chokoladenfabrik Menier). Jedes Grundstück hat seinen eigenen Garten mit besonderem Eingang von der Strasse, so dass die Familie ganz für sich selbst leben kann, was grosse Vorzüge bietet. In Fig. 203 ist dann der Grundriss der beiden Stockwerke des Einzelhauses aufgezeichnet. Im Parterre die

Küche, daran anstossend ein Wohnzimmer. Nach hinten zu ein Raum für Holz u. s. w., dann ein kleiner Stall für eine Ziege oder eine Kuh, und schliesslich noch der Abort, von der Wohnung vollständig getrennt und nur vom Hof aus zu betreten. Im ersten Stock sind noch zwei Schlafzimmer, das eine für die Eltern, das andere für die Kinder.

Sehr zweckmässig ist eine Anlage von Arbeiterhäusern (H. J. Meyer Leipzig), bei der (s. Fig. 204) ein ganzer Block nur aus Arbeiterhäusern besteht, welche keine Hinterhäuser und Seitengebäude haben. Zwischen den Häusern liegen nur kleinere zu den Wohnungen gehörige Gärten, Trocken- und Spielplätze. Bei dieser Einteilung ist allen Bewohnern, auch denen, welche einen Garten nicht besitzen, der für das Auge und das Gemüt so wohlthuende Blick auf die Gärten gesichert; Luft und Licht werden nicht von den hohen Hintergebäuden zurückgehalten.

In neuerer Zeit sind je nach den vorliegenden Bedürfnissen die verschiedenartigsten Arbeiterfamilienhäuser entstanden, worauf hier nicht näher eingegangen werden kann.

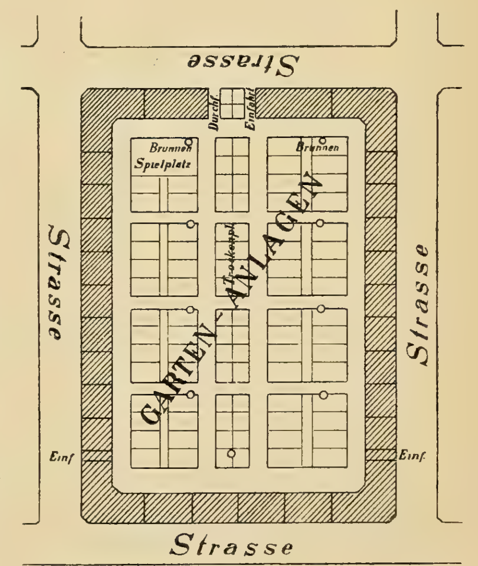


Fig. 204.
Anlage von Arbeiterhäusern (Leipzig, H. J. Mayer).

Wenn, wie in grösseren Städten, der Platz zu teuer ist, um Einzelhäuser mit Gärten zu errichten, so müssen mehrere Wohnungen in ein Haus zusammengelegt werden. Bei richtiger Anlage des Bauplanes, besonders wenn jede Wohnung ihren separaten Eingang, Küche und Abort hat, wenn ferner das Haus unter einer tüchtigen, energischen Verwaltung steht, gewähren auch solche grosse

Arbeiter-Familien-Mietshäuser erhebliche Vorzüge. Es existieren in London solche Arbeiterfamilienkasernen, in denen bis 200 getrennte Wohnungen vorhanden sind. Wie gut die hygienischen Verhältnisse in ihnen sein müssen, geht daraus hervor, dass sich die jährliche Mortalität nur auf 16 pro Mille stellte, während zur selben Zeit die mittlere Sterblichkeit in der Stadt 25, in den ungesunden Quartieren sogar 33 pro Mille betrug.

Ganze Wohnungen können nur von verheirateten Arbeitern und deren Familien bezogen werden. Es ist aber nicht minder wichtig, die grosse Zahl der unverheirateten jüngeren Arbeiter und Arbeiterinnen in geeigneter Weise mit Wohnungen zu versorgen und dies nicht nur im hygienischen, sondern auch im moralischen Interesse der Arbeiterbevölkerung. Diese werden zweckmässig in Logierhäusern untergebracht, in welchen Schlafsäle oder auch Zimmer mit einem oder zwei Betten den allein stehenden Arbeitern und Arbeiterinnen für relativ geringes Geld eine ordentliche Unterkunft bieten.

Was die Einrichtung der Arbeiterhäuser betrifft, so ist auf das beim Bau von Wohnhäusern in einem früheren Abschnitt (pag. 202 u. ff.) Gesagte zu verweisen. Von grosser Wichtigkeit wäre hier eine gut funktionierende Ventilation. Die Arbeiter werden in ihren immerhin engen Räumlichkeiten sich um so wohler fühlen, je besser die Luft in denselben ist. Eine ausreichende Ventilation ist daher besonders dort notwendig, wo, wie in den meisten Arbeiterwohnungen, das Wohnzimmer gleichzeitig die Küche ist, wo nicht nur durch die anwesenden Menschen, sondern auch durch die Zubereitung der Speisen u. s. w. die Luft fortdauernd verschlechtert wird. Bei Einrichtung derartiger Häuser ist ganz besonders auf die Auswahl eines geeigneten Ofens zu achten, welcher im Sommer zu kochen gestattet, ohne dass mehr als die zur Zubereitung der Speisen notwendige Wärme entwickelt wird, während er im Winter gleichzeitig zum Kochen und Heizen benützt werden kann.

Da eine mechanische Ventilation, der wenn auch geringen Kosten wegen niemals eine allgemeine Einführung finden wird, ist die Heizung so einzurichten, dass sie auch ventilatorisch wirkt.

Endlich gilt auch von den Arbeiterwohnungen, was p. 218 von den Wohngebäuden im allgemeinen gesagt wurde. Ein hygienisch richtig erbautes Gebäude wird nur dann im Sinne seines Erbauers wirken, wenn seine Benützung eine entsprechende ist. Ein allen Anforderungen genügendes Arbeiterwohnhaus wird seinen Zweck verfehlen, wenn die Räume überfüllt sind und das für eine Familie bestimmte Haus von mehreren Familien, event. noch mit Aftermietern (Schlafburschen) bewohnt wird.*)

Es ist daher auch hier eine stete Kontrolle notwendig.

Auch in bezug auf die Ernährung des Arbeiters muss zunächst auf das verwiesen werden, was im vorhergehenden Abschnitt im allgemeinen über die Ernährung ausgeführt wurde.

Im speziellen kann die gute Ernährung der arbeitenden Klassen, eine Grundbedingung für ihre Leistungsfähigkeit und ihr Wohlbefinden, durch Einrichtungen gefördert werden, welche für die Arbeiterfamilien den Einkauf reiner, unverfälschter Nahrungsmittel zu mässigen Preisen gestatten. Derartige Konsumanstalten sind mit grossem Erfolg in Fabrikdistrikten eingerichtet worden.

Eine günstige Wirkung auf die Ernährung der Arbeiterfamilien haben sodann die sogenannten Haushaltungsschulen, in denen die Töchter von Arbeitern, die zukünftigen Arbeiterfrauen, in allen den zur Führung einer Wirtschaft notwendigen Verrichtungen Unterricht erhalten.

Eine Frau, welche in dieser Hinsicht gut ausgebildet ist, wird mit verhältnismässig wenig Geld ihren Mann, sich selbst und ihre Kinder besser ernähren können, als alle die, welche unerfahren und ohne eine diesbezügliche Ausbildung die Leitung eines Haushalts übernehmen.

Sehr wichtig ist es, dass in diesen Haushaltungsschulen die Schülerinnen über den Preis der Nahrungsmittel, die für Arbeiter notwendigen Nahrungsmengen und die

*) Grössere Etablissements verkaufen deshalb die von ihnen errichteten Arbeiterhäuser nicht, damit sie die Entscheidung über das Bewohnen der Räume sich stets vorbehalten und deren Ueberfüllung verhüten können.

Form und Zusammenstellung, in welcher diese am billigsten und rationellsten verabreicht werden, Belehrung erhalten.

Man kann schon für relativ wenig Geld eine allen Anforderungen genügende Kost zusammenstellen, wie die folgenden Beispiele zeigen, Kochrezepte für die Verpflegung eines kräftigen Arbeiters bei mittlerer Arbeit.

250 gr gekauftes	Gewicht	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Preis
Rindfleisch .	200	42	11	—	35 Pf.
Fett	25	—	25	—	3 „
Brot	750	45	3	350	20 „
Reis	200	13	2	157	8 „
Milch	500	18	20	24	8 „
		118 gr	61 gr	531 gr	74 Pf.

Ersetzt man das verhältnismässig teure Fleisch teilweise oder ganz durch billigere Eiweissträger, Fische, Leguminosen oder Magerkäse u. s. w., so stellt sich die Kost beträchtlich billiger.

	Gewicht	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Preis
250 gr Schellfisch	200	42	1	—	25 Pf.
Kartoffeln . . .	600	13	1	126	4 „
Fett	25	—	25	—	3 „
Brot	750	45	3	350	20 „
Milch	500	18	20	24	8 „
		118 gr	50 gr	500 gr	60 Pf.

	Gewicht	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Preis
100 gr Rindfleisch	80	17	4	—	15 Pf.
Fett	25	—	25	—	3 „
Kartoffeln . . .	500	10	1	105	3 „
Brot	750	45	3	350	20 „
Milch	250	9	10	12	4 „
Magerkäse . . .	120	41	14	4	10 „
		122 gr	57 gr	471 gr	55 Pf.

	Gewicht	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Preis
Bohnen	250	63	4	121	10 Pf.
Fett	25	—	25	—	3 „
Brot	750	45	3	350	20 „
Milch	500	18	20	24	8 „
		126 gr	52 gr	495 gr	41 Pf.

Bei diesen Rezepten sind die Genussmittel nicht berücksichtigt, weil sie die Zusammensetzung der Kost nur wenig beeinflussen. Eine Ausnahme hiervon würde nur das Bier machen, wenn es in grösseren Mengen genossen würde.

Nicht minder wichtig ist die passende Verpflegung der unverheirateten Arbeiter und Arbeiterinnen. Hier handelt es sich besonders um Beschaffung einer ausreichenden Mittagsmahlzeit.

Dieselbe soll nach Voit ungefähr 60 gr Eiweiss, 35 gr Fett und 160 gr Kohlehydrate enthalten, wofür hier ebenfalls einige Rezepte folgen:

1. Erbsensuppe, Kalbsbraten mit Kartoffelsalat.

	Gewicht	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Preis
Erbsen . . .	75 gr	16 gr	1 gr	39 gr	3 Pf.
Fett	20	—	19	—	3 „
200 gr Kalbfleisch	160	32	2	—	27 „
Kartoffeln . .	359	6	—	67	2 „
Oel	12	—	12	—	1 „
Schwarzbrot .	120	7	—	59	3 „
		61 gr	34 gr	165 gr	39 Pf.

2. Semmelsuppe, Rindfleisch und Gemüse aus weissen Bohnen und Kartoffeln.

	Gewicht	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Preis
{ eine Semmel .	50 gr	3 gr	— gr	25 gr	3 Pf.
{ Fett	5	—	5	—	1 „
200 gr Rindfleisch	160	34	9	—	30 „
{ weisse Bohnen	80	20	—	38	3 „
{ Mehl	10	1	1	7	1 „
Kartoffeln . .	150	3	—	32	1 „
Fett	20	—	20	—	3 „
Schwarzbrot . .	80	9	—	39	2 „
		70 gr	35 gr	141 gr	44 Pf.

Der Preis der Mittagsmahlzeiten bei Ausführung der beiden eben angeführten oder ähnlich zusammengestellter Rezepte ist deshalb verhältnismässig hoch (39 und 44 Pf.), weil in beiden Fällen 200 gr (Rohgewicht) Fleisch verwandt sind.

Die Beschaffung der übrigen Mahlzeiten, Frühstück und Abendbrot ist bedeutend billiger, weil zu diesen dann nicht mehr das teure Fleisch oder nur in Form von etwas Wurst oder dergl. gegeben zu werden braucht.

Zur Herstellung der Mittagsmahlzeiten haben sich in vielen grossen Städten Volksküchen sehr gut bewährt. Die Kost wird in ihnen meist schmackhaft zubereitet und zum Selbstkostenpreis abgegeben. Die Arbeiter haben dann unter sachverständiger Leitung derselben die Garantie, ein ausreichendes und billiges Mahl zu erhalten.

Viel leichter sind die übrigen Mahlzeiten zu beschaffen. Auch für deren Herstellung und Verabreichung sind Anstalten von Vorteil, die nur den Zweck haben, dem Wohle der arbeitenden Klassen zu dienen.

So sind in England Volks-Kaffeehäuser (Public Coffeehouses) begründet worden; es sind dies behaglich eingerichtete Räume (für Männer und Frauen getrennt), in denen Arbeitern und Personen von minder begüterten Ständen billige Nahrungs- und vorzügliche Genussmittel verabreicht werden (Kaffee, Thee, Cacao, Chokolade, Bouillon etc. etc.).

Diese Volks-Kaffeehäuser sind mit demselben günstigen Erfolge in einer grösseren Anzahl deutscher Städte eingeführt worden; man erhält in ihnen gewöhnlich ausser den obengenannten Getränken auch eine einfache, gute und billige Nahrung, in vielen auch ein leichtes Bier.

Es ist diesen Kaffeehäusern auch deshalb eine weite Verbreitung zu wünschen, weil sie ein wirksames Mittel gegen den Alkoholmissbrauch (die Trunksucht) bilden. Der unverheiratete Arbeiter, welcher kein behagliches Heim besitzt und ebenfalls der verheiratete, welcher des Abends eine Zeit lang mit seinen Kameraden zusammen sein will, ist dann nicht gezwungen, Restaurationen aufsuchen, in denen er alkoholische Getränke zu sich nehmen muss. Die Kaffeeschänken bieten ihm einen angenehmen Aufenthalt, welchen die bei weitem grösste Anzahl der Arbeiter bei den zumeist traurigen Wohnungsverhältnissen sonst entbehrt.

Was nun die Gefahren betrifft, die durch die Beschäftigung der Arbeiter hervorgerufen werden, so können diese allgemeiner Natur sein. Um sie zu verhindern, ist ein neues Reichsgesetz erlassen worden, welches sich mit dem Arbeiterschutz beschäftigt. (Reichsgesetz, betr. Abänderung der Gewerbeordnung vom 1. Juni 1891 [sog. Arbeiterschutzgesetz]). Aus diesem sollen hier die wichtigsten Bestimmungen, welches spezielles hygienisches Interesse haben, soweit sie auf die Regelung der Arbeitszeit für die erwachsenen, für die jugendlichen Arbeiter und Arbeiterinnen und die Arbeitsräume Bezug haben, im Folgenden wiedergegeben werden.

Zum Arbeiten an **Sonn- und Festtagen** *können die Gewerbetreibenden die Arbeiter nicht verpflichten (abgesehen von gewissen Ausnahmen). § 105a.*

Die den Arbeitern zu gewährende Ruhe hat mindestens für jeden Sonn- und Festtag 24, für zwei aufeinander folgende Sonn- und Festtage 36, für das Weihnachts-, Oster- und Pfingstfest 44 Stunden zu dauern. § 106b.

Die Gewerbeunternehmer sind verpflichtet, die **Arbeitsräume, Betriebsvorrichtungen, Maschinen** *und* **Gerätschaften** *so einzurichten und zu unterhalten und den Betrieb so zu regeln, dass die Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Gesundheit soweit geschützt sind, wie es die Natur des Betriebes gestattet.*

Insbesonders ist für genügendes **Licht,** *ausreichenden* **Luftraum** *und* **Luftwechsel, Beseitigung** *des bei dem Betriebe entstehenden* **Staubes,** *der dabei entwickelten* **Dünste** *und* **Gase,** *sowie der dabei entstehenden* **Abfälle** *Sorge zu tragen.*

Ebenso sind diejenigen **Vorrichtungen** *herzustellen, welche zum* **Schutze der Arbeiter** *gegen gefährliche Berührungen mit* **Maschinen** *oder* **Maschinenteilen** *oder gegen andere in der Natur der Betriebsstätte oder des Betriebes liegende Gefahren, namentlich auch gegen die Gefahren, welche aus Fabrikbränden erwachsen können, erforderlich sind.*

Endlich sind diejenigen Vorschriften über die Ordnung des Betriebes und das Verhalten der Arbeiter zu erlassen, welche zur **Sicherung** *eines* **gefahrlosen Betriebes** *erforderlich sind. § 120a.*

In Anlagen, deren Betrieb es mit sich bringt, dass die Arbeiter sich umkleiden und nach der Arbeit sich reinigen, müssen ausreichende nach Geschlechtern getrennte **Ankleide- und Waschräume** *vorhanden sein.*

Die **Bedürfnisanstalten** *müssen so eingerichtet sein, dass sie für die Zahl der Arbeiter ausreichen, dass den Anforderungen der Gesundheitspflege entsprochen wird und dass ihre Benutzung ohne Verletzung von Sitte und Anstand erfolgen kann. § 120 b.*

Kinder unter 13 Jahren *dürfen in* **Fabriken** *nicht beschäftigt werden. Kinder über 13 Jahren dürfen in Fabriken nur beschäftigt werden, wenn sie nicht mehr zum Besuche der Volksschule verpflichtet sind.*

Die Beschäftigung von Kindern **unter 14 Jahren** *darf die Dauer von* **6 Stunden** *täglich nicht überschreiten.*

Junge Leute zwischen **14 und 16 Jahren** *dürfen in Fabriken nicht länger als* **10 Stunden** *täglich beschäftigt werden. § 135.*

Die **Arbeitsstunden der jugendlichen Arbeiter** *dürfen nicht vor 5½ Uhr Morgens beginnen und nicht über 8½ Uhr Abends dauern. Zwischen den Arbeitsstunden müssen an jedem Arbeitstage regelmässige Pausen gewährt werden. Für jugendliche Arbeiter, welche nur 6 Stunden täglich beschäftigt werden, muss die Pause mindestens eine halbe Stunde betragen. Den übrigen jugendlichen Arbeitern muss mindestens Mittags eine einstündige, sowie Vormittags und Nachmittags je eine halbstündige Pause gewährt werden.*

Während der Pausen darf den jugendlichen Arbeitern eine Beschäftigung in dem Fabrikbetriebe überhaupt nicht und der Aufenthalt in den Arbeitsräumen nur dann gestattet werden, wenn in denselben diejenigen Teile des Betriebes, in welchen jugendliche Arbeiter beschäftigt sind, für die Zeit der Pausen völlig eingestellt werden, oder wenn der Aufenthalt im Freien nicht thunlich und andere geeignete Aufenthaltsräume ohne unverhältnismässige Schwierigkeiten nicht beschafft werden können. An Sonn- und Festtagen dürfen jugendliche Arbeiter nicht beschäftigt werden. § 136.

Arbeiterinnen *dürfen in der Fabrik nicht in der Nachtzeit von 8½ Uhr Abends bis 5½ Uhr Morgens und am Sonn-*

abend, sowie an Vorabenden der Festtage nicht nach 5½ Uhr Nachmittags beschäftigt werden.

Die Beschäftigung von Arbeiterinnen über 16 Jahren darf die Dauer von 11 Stunden täglich, an den Vorabenden der Sonn- und Festtage von 10 Stunden, nicht überschreiten.

Zwischen den Arbeitsstunden muss den Arbeiterinnen eine mindestens einstündige Mittagspause gewährt werden.

Arbeiterinnen über 16 Jahre, welche ein Hauswesen zu besorgen haben, sind auf ihren Antrag eine halbe Stunde vor der Mittagspause zu entlassen, sofern diese nicht mindestens ein und eine halbe Stunde beträgt.

Wöchnerinnen *dürfen während vier Wochen nach ihrer Niederkunft überhaupt nicht und während der folgenden Wochen nur beschäftigt werden, wenn das Zeugnis eines approbierten Arztes dies für zulässig erklärt. § 137.*

Die Oesterreichische Gewerbeordnung vom 15. März 1883 und 8. März 1885 hat zum Schutze der Arbeiter in den gewerblichen Betrieben und Fabriken folgende hygienisch wichtige Bestimmungen erlassen:

§ 74. Jeder Gewerbsinhaber ist verpflichtet, auf seine Kosten alle diejenigen Einrichtungen bezüglich der Arbeitsräume, Maschinen und Werkgerätschaften herzustellen und zu erhalten, welche mit Rücksicht auf die Beschaffenheit seines Gewerbsbetriebes oder der Betriebsstätte zum Schutze des Lebens und der Gesundheit der Hilfsarbeiter erforderlich sind.

Insbesondere hat der Gewerbsinhaber Sorge zu tragen, daß Maschinen, Werkeinrichtungen und ihre Teile, als: Schwungräder, Transmissionen, Achsenlager, Aufzüge, Kufen, Kessel, Pfannen u. dgl. derart eingefriedet oder mit solchen Schutzvorrichtungen versehen werden, daß eine Gefährdung der Arbeiter bei unvorsichtiger Verrichtung ihrer Arbeit nicht leicht bewirkt werden kann.

Auch gehört zu den Obliegenheiten des Gewerbsinhabers, die Vorsorge zu treffen, daß die Arbeitsräume während der ganzen Arbeitszeit nach Maßgabe des Gewerbes möglichst lichtrein und staubfrei erhalten werden, daß die Lufterneuerung immer eine der Zahl der Arbeiter und der Beleuchtungsvorrichtungen entsprechende, sowie der nachteiligen Einwirkung schädlicher Ausdünstungen entgegenwirkende und daß insbesondere bei chemischen Gewerben die Verfahrungs- und Betriebsweise in einer die Gesundheit der Hilfsarbeiter thunlichst schonenden Art eingerichtet sei.

§ 94. Kinder vor vollendetem 12. Jahre dürfen zu regelmäßigen gewerblichen Beschäftigungen nicht verwendet werden.

Jugendliche Hilfsarbeiter zwischen dem vollendeten 12. und dem vollendeten 14. Jahre dürfen zu regelmäßigen gewerblichen Beschäftigungen ver-

wendet werden, sofern ihre Arbeit der Gesundheit nicht nachteilig ist und die körperliche Entwickelung nicht hindert. Die Dauer der Arbeit dieser jugendlichen Hilfsarbeiter darf jedoch 8 Stunden täglich nicht übersteigen. Uebrigens ist der Handelsminister im Einvernehmen mit dem Minister des Innern nach Anhörung der Handels- und Gewerbekammern ermächtigt, im Verordnungswege jene gefährlichen oder gesundheitsschädlichen gewerblichen Vorrichtungen zu bezeichnen, bei welchen jugendliche Hilfsarbeiter oder Frauenspersonen gar nicht oder nur bedingungsweise verwendet werden dürfen.

Wöchnerinnen dürfen erst nach Verlauf von 4 Wochen nach ihrer Niederkunft zu regelmäßigen gewerblichen Beschäftigungen verwendet werden.

§ 95. Jugendliche Hilfsarbeiter dürfen zur Nachtzeit d. i. in den Stunden zwischen 8 Uhr Abends und 5 Uhr Morgens zu regelmäßigen gewerblichen Beschäftigungen nicht verwendet werden.

§ 96a. In fabriksmäßig betriebenen Gewerbsunternehmungen darf für die gewerblichen Hilfsarbeiter die Arbeitsdauer ohne Einrechnung der Arbeitspausen nicht mehr als höchstens 11 Stunden binnen 24 Stunden betragen.

§ 96b. Kinder vor vollendetem 14. Jahre dürfen zu regelmäßigen gewerblichen Beschäftigungen in fabriksmäßig betriebenen Gewerbsunternehmungen nicht verwendet werden. Jugendliche Hilfsarbeiter zwischen dem vollendeten 14. und dem vollendeten 16. Jahre dürfen nur zu leichteren Arbeiten verwendet werden, welche der Gesundheit dieser Hilfsarbeiter nicht nachteilig sind und deren körperliche Entwickelung nicht hindern.

Außer den jugendlichen Hilfsarbeitern dürfen auch Frauenspersonen überhaupt zur Nachtzeit (§ 95) in fabriksmäßig betriebenen Gewerbsunternehmungen nicht verwendet werden.

Das Gesetz gestattet Ausnahmen von dieser Bestimmung, welche in einer Verordnung des Handelsministers vom 27. V. 1885 aufgeführt sind.

Die Sonn- und Feiertagsruhe im Gewerbebetriebe ist durch das Gesetz vom 16. I. 1895 geregelt:

1. An Sonntagen hat alle gewerbliche Arbeit zu ruhen.

2. Die Sonntagsruhe hat spätestens um 6 Uhr Morgens eines jeden Sonntags und zwar gleichzeitig für die ganze Arbeiterschaft jedes Betriebes zu beginnen und mindestens 24 Stunden zu dauern.

Von den Bestimmungen 1 und 2 sind eine Anzahl Arbeiten ausgenommen, welche im Interesse der Arbeiter, des Betriebes, der Betriebsanlagen u. s. w. ausgeführt werden müssen.

Die hier citierten Paragraphe der D. u. Oest. Arbeiterschutzgesetze enthalten, wie dies leicht erklärlich ist, nicht alles das, was vom hygienischen Standpunkt im Interesse des Wohles der Arbeiter als wünschenswert zu bezeichnen ist. Bei der Mannigfaltigkeit der gewerblichen Betriebe können derartige Gesetze nur das absolut Notwendige vorschreiben, was die Arbeitgeber stets berücksichtigen sollten.

Wegen der Verschiedenheit der Beschäftigung und der durch sie bedingten ungleichen Ansprüche, welche an den einzelnen Arbeiter gestellt werden, ist man überhaupt nicht in der Lage, im allgemeinen zu bestimmen, welche Zeit zum Beispiel ein erwachsener Arbeiter, ein jugendlicher Arbeiter, ein Kind thätig sein kann, ohne dass der Körper Schaden leidet. Die Art der Arbeit, der Ort, wo sie ausgeführt wird etc., sind hierbei sehr zu berücksichtigen. Ein ländlicher Arbeiter fühlt sich bei einer zwölfstündigen Arbeitszeit, die häufig, besonders während der Erntezeit, noch ganz erheblich ausgedehnt wird, sehr wohl, während ein Fabrikarbeiter, welcher einen den Organismus angreifenden Stoff zu verarbeiten hat oder in ungünstigen Lokalen unter hygienisch schlechten äusseren Verhältnissen, eine seine nervösen Centralorgane stark anstrengende Beschäftigung auszuführen hat u. s. w., bei derselben Arbeitszeit sicherlich geschädigt würde.

Die äusseren Arbeitsverhältnisse, besonders der Fabrikarbeiter, möglichst günstig zu gestalten, sollte daher das Bestreben aller Fabriksleiter sein. Durch eine richtige Anlage der Fabriken in Bezug auf Höhe und Grösse der einzelnen Räume, deren Heizung, Ventilation und Beleuchtung müsste dem Wohle der Arbeiter vielmehr genützt werden, als dies bisher zumeist geschieht.

Die spezielle Gewerbehygiene

beschäftigt sich mit der Vermeidung der bei Ausübung der verschiedenen Gewerbe für die betreffenden Arbeiter entstehenden Schäden.

Ein jeder Betrieb birgt entweder dadurch, dass einzelne Organe (Auge, Muskulatur, Skelett u. s. w.) zu stark angestrengt werden oder weil bei demselben die äussere Umgebung (die Arbeitsräume, Luft, Wasser, Boden) in nachteiliger Weise verändert wird, Gefahren in sich, die eingeschränkt, aber kaum ganz vermieden werden können.

Die nervösen Centralorgane

werden afficiert, wenn deren Anstrengung eine zu hochgradige ist, besonders wenn Arbeiter in verantwortungsvollen Stellungen

beschäftigt werden, ohne dass ihnen durch genügende Ruhepausen Gelegenheit zur Erhohlung gegeben ist (Nachtarbeiten, Ueberstunden).

Die Centralorgane können ferner durch die Einwirkung giftiger Substanzen, Arsen, Kupfer, Blei gefährdet werden.

Erkrankungen bestimmter Nervenbezirke werden beobachtet, wenn in der Ausübung des Berufes eine einseitige Ueberanstrengung bestimmter Nervenbahnen schwer zu vermeiden ist, z. B. Krämpfe bei Klavier- und Violinspielern, Schreibern, Blumenmacherinnen u. s. w.

Bei einer Beschäftigung, welche einen steten Aufenthalt im Freien bedingt, treten rheumatische Affektionen auf (Kutscher, Kondukteure, Briefträger, Jäger).

Unter

den Sinnesorganen

leidet das Auge am häufigsten.

Direkte Verletzungen durch Abspringen kleiner Teile kommen bei Schlossern, Steinarbeitern, Eindringen ätzender Flüssigkeiten bei Maurern und vielen Zweigen der chemischen Industrie vor.

Sie können durch zweckmässige Brillen verhindert werden. Die Unbequemlichkeit des Tragens mancher Schutzbrillen und die Behinderung bei der Arbeit machen sie bei den Arbeitern sehr unbeliebt. Zumeist kann das regelmässige Aufsetzen der Brille bei gefährlichen Arbeiten nur durch strenge Vorschriften erzwungen werden. Fig. 405 zeigt eine Arbeiterschutzbrille nach Stroof, welche derart gefasst ist, dass trotz einer vollständigen Sicherung des Auges, trotz des nicht eingeschränkten Gesichtsfeldes wegen der zwischen Glas und Fassung angebrachten Schlitze und der in der Fassung befindlichen Oeffnungen *O O* ein angenehmes Tragen ermöglicht wird.

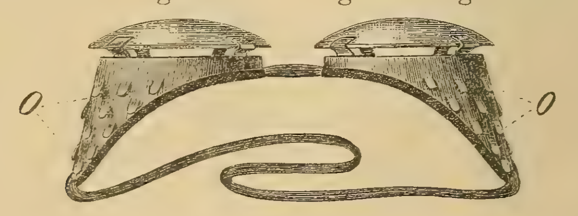


Fig. 205. Arbeiterschutzbrille nach Stroof.

Anstrengende Naharbeit führt zu Myopie oder professioneller Asthenopie bei Stickerinnen, Juwelieren, Schreibern, Graveuren, Setzern, besonders wenn durch ungenügende Beleuchtung die Anstrengung der Augen erhöht wird. Noch gefährlicher für das Auge können Arbeiten bei intensiver Einwirkung von Licht und strahlender Wärme werden (Heizer, Metallarbeiter, Glasbläser).

Das Gehörorgan kann erkranken bei allen geräuschvollen Arbeiten (Schmieden, Schlossern, Arbeitern in Walzwerken), bei Sprengungen und Explosionen (Minenarbeiter, Bergleute), bei Arbeiten unter erhöhtem Luftdruck (Taucher) (s. a. pag. 95).

Die Respirationsorgane

werden geschädigt bei Einwirkung der verschiedenartigsten Staubarten, durch welche Katarrhe des Kehlkopfs und der Lungen, ausgedehnte Ablagerungen des Staubes in den Lungen und schliesslich schwerere Lungenerkrankungen (Emphysem, Pneumonie, Phthise) hervorgerufen werden.

Zu den in metallischem Staub Arbeitenden gehören (nach Hirt): Formstecher, Maler, Uhrmacher, Klempner, Feilenhauer, Kupferschmiede, Schleifer, Graveure, Buchdrucker, Lithographen, Messer-, Nagel-, Zeugschmiede, Gürtler, Zinkweissarbeiter, Siebmacher, Schmiede, Gelbgiesser, Färber, Schlosser, Lackierer, Nadler, Vergolder, Nähnadelschleifer, Schriftgiesser;

in mineralischem Staub: Feuersteinarbeiter, Mühlsteinarbeiter, Steinhauer, Anstreicher, Porzellanarbeiter, Töpfer, Zimmerleute, Maurer, Diamantarbeiter, Cementarbeiter;

in vegetabilischem Staub: Müller, Kohlenhändler, Weber, Schornsteinfeger, Bäcker, Konditoren, Tischler, Seiler, Stellmacher, Kohlengrubenarbeiter, Zigarrenarbeiter;

in animalischem Staub: Bürstenbinder, Friseure, Tapezierer, Kürschner, Drechsler, Sattler, Knopfmacher, Hutmacher, Tuchscheerer, Tuchmacher;

in Staubgemischen: Glasschleifer, Glaser, Strassenkehrer und Tagearbeiter.

Die Ablagerung des Staubes in den Lungen nennt man Pneumonokoniosis (πνεύμων die Lunge, κόνις

der Staub). Beobachtet sind bisher folgende Staubinhalationskrankheiten (nach Merkel).

1. Die Einlagerung von Kohlenstaub (Stein- und Holzkohlen), Anthracosis pulmonum — Pneumonokoniosis anthracotica — Russ und Graphit.

2. Die Einlagerung von Metallstaub — Siderosis pulm. — Pn. siderotica — in Form von Eisenoxyd, Eisenoxyduloxyd, phosphorsaurem Eisenoxyd, Staubgemisch von Stahl- und Sandsteinstaub (Schleifstaub).

3. Die Einlagerung von Steinstaub und verwandten Staubarten — Chalicosis pulm. und Thonerdestaub — Aluminosis pulm.

4. Einlagerung von Tabakstaub.

5. Einlagerung von Baumwollenstaub — Pneumonie cotonneuse.

Viel gefährlicher noch als die Einatmung der meisten Staubarten ist die schädlicher Gase, wie sie in den verschiedensten chemischen Fabriken teils hergestellt werden, teils als Nebenprodukte entstehen. Die wichtigsten derselben sind mit Angabe der Konzentration, in welcher sie schädlich sind, in der nebenstehenden Tabelle (nach Lehmann) aufgeführt.

Die Schädigungen durch Staub und Gase werden eingeschränkt werden, wenn durch zweckmässige Einrichtungen dafür gesorgt wird, dass der Staub und die Gase an den Stellen, wo sie entstehen, zurückgehalten werden und sich nicht der Atmungsluft beimengen. Kräftige Ventilationseinrichtungen müssen eventuell genügende Mengen frischer Luft zuführen. Beim Absaugen von Staub und Gas müssen die Ventilationseinrichtungen so hergestellt werden, dass sie die Staubarten oder Gase in ihrem Bestreben niederzusinken oder in die Höhe zu steigen unterstützen. Staub darf nicht nach oben, die Gase zumeist nicht nach unten abgesaugt werden.

Zu erwähnen ist ferner, dass einige Berufsarten die Lungen überanstrengen, wobei häufig Asthma beobachtet wird (Musiker).

	Concentrationen, die rasch gefährliche Erkrankungen bedingen	Concentrationen, die nach einer halben bis einer Stunde ohne schwerere Störungen zu ertragen sind	Concentrationen, die bei mehrstündiger Einwirkung nur minimale Symptome bedingen
Salzsäuregas	1.5—2.0‰	0.05 bis höchstens 0.1‰	0.01‰
Schweflige Säure	0.4—0.5‰	0.05‰ oder weniger	
Kohlensäure	c. 30%	bis 8%	1%
Ammoniak	2.5—4.5‰	0.3‰	0.1‰
Chlor und Brom	0.04—0.06‰	0.004‰	0.01‰
Jod	—	0.003‰	0.0005—0.001‰
Schwefelwasserstoff	0.5—0.7‰	0.2—0.3‰	
Schwefelkohlenstoff	10—12 mg in 1 Liter	1.2—1.5 mg in 1 Liter	
Kohlenoxyd	2—3‰	0.5—1.0‰	0.2‰ unschädlich für den Menschen.

Die Möglichkeit einer Uebertragung von Infektionskrankheiten durch Einatmung infektiösen Staubes wie auch durch Wunden der äusseren Haut, ist bei Arbeitern in Papierfabriken, Wollfabriken, Lumpensortierern u. s. w. vorhanden.

Reinlichkeit im Betriebe, eventuelle, leider nur schwer durchführbare, Desinfektion verdächtigen Materials, Absaugung des Staubes am Ort des Entstehens beim Sortieren und Zerkleinern der Hadern und Lumpen, rechtzeitige Behandlung kleiner Verletzungen und Aussetzen der Arbeit bei Verletzungen sind die wirksamsten Mittel zur Verhütung derartiger Infektionen.

Die Muskulatur

des Arbeiters leidet bei allzu grosser Anstrengung einzelner Muskelgruppen, wie bei Ueberanstrengung der Gesamtmuskulatur. Im ersteren Falle können Zerreissungen einzelner Muskelbündel vorkommen oder Abtrennungen der Sehnen von den Knochen, sowie Entzündungen der Sehnen.

Die Gewerbe, welche sich solchen Schäden aussetzen, sind Schlosser, Schmiede, Bereiter, Kutscher, Briefträger, Glasbläser u. s. w.

Das Skelett

wird afficiert, wenn die Arbeiten andauernd bestimmte Teile des Knochensystems in unnatürlicher oder zu anstrengender Stellung verharren lassen, oder aber wenn durch die Thätigkeit ein schädlicher Einfluss auf einzelne Knochen (Phosphor) oder Gelenke ausgeübt wird. Begreiflicherweise werden jugendliche Individuen in dieser Hinsicht eine geringere Widerstandsfähigkeit zeigen als ältere.

Zur ersten Kategorie gehören die „Bäckerbeine", die Verkrümmungen der Wirbelsäule bei Arbeiten, welche ein stetes Krummsitzen bedingen, Schuhmacher, Schneider u. s. w.

Einzelne Gelenke werden geschädigt bei Bäckern (Teigkneten), Schuhmachern (Druck der Ahle), Schreinern (Arbeiten an der Hobelbank).

Die Haut

kann erkranken, wenn durch Handhabung des Werkzeuges bestimmte Hautbezirke einem steten Druck ausgesetzt werden, wobei sich zunächst Verdickungen, Schwielen, schliesslich aber auch Entzündungen bilden können.

Gefährlicher noch ist eine Beschäftigung, bei welcher die Haut mit scharfen, ätzenden Substanzen oder infektiösem Material (wie schon Seite 501 erwähnt) in Berührung kommt.

Der Verdauungsapparat

zeigt Erkrankungen bei Einwirkung gewerblicher Gifte, unter denen besonders das Blei zu nennen ist. Die „Bleikolik" wird beobachtet bei den Arbeitern, welche sich mit der Bleigewinnung, Bleiverarbeitung und mit bleihaltigem Material beschäftigen (Hüttenarbeiter, Maler und Lackierer, Glaser, Schriftsetzer, Rohrleger, Töpfer u. s. f.)

Betr. die Einrichtung und den Betrieb von Bleifarben- und Bleizuckerfabriken ist ein *D. Reichs-Gesetz (12. IV. 86)* erlassen, welches die geräumige Herstellung der gut zu ventilierenden Arbeitsräume und deren Reinerhaltung während des Betriebes vorschreibt. Das Gesetz enthält ferner Bestimmungen, welche die schädliche Einwirkung der bleihaltigen Gase und Dämpfe auf die Arbeiter verhüten sollen.

Aehnliche Vorschriften sind über die Phosphorzündwaren durch die Oesterr. Verordnung des Min. des Innern und des Handels vom 17. I. 1885 und eine *Bekanntmachung des Deutschen Bundesrates vom 8. Juli 1893* erlassen. Durch dieselben sollen die Arbeiter vor den Gefahren der Verarbeitung des weissen Phosphors zu Zündwaren geschützt werden, welche vor allem in der Erkrankung der Knochen (Nekrose des Kiefers) bestehen.

Da Personen im jugendlichen Alter besonders für diese Erkrankung disponiert sind, darf nach *D. Reichs-Gesetz vom 13. Mai 1884 jugendlichen Arbeitern in Räumen, in welchen das Zubereiten der Zündmasse, das Betunken der Hölzer, das Trocknen der betunkten Hölzer vorgenommen wird, ferner* **Kindern** *in Räumen, welche zum Abfüllen der Hölzer und ihrer ersten Verpackung dienen, nicht gestattet werden.*

Zu den sogenannten gewerblichen Giften gehörig, ist hier noch das Quecksilber zu nennen, welches zur Herstellung von Spiegeln verwandt wird und hierdurch zu zahlreichen Schädigungen der Gesundheit geführt hat. In Deutschland sind diese Gefahren durch einen *Erlass des Preuss. Handelsministers und eine Verfügung des Bayer. Ministerium des Innern* auf ein Minimum beschränkt worden. Diese Bestimmungen schreiben grosse Reinlichkeit im Betriebe vor und streben die Verhütung der Verbreitung des Quecksilbers besonders auch in Dampfform an.

Störungen des Verdauungsapparates sind fernerhin ausgesetzt Angestellte in Betrieben, welche eine regelmässige Verpflegung nicht gestatten, so die Eisenbahnschaffner, Bremser, Lokomotivführer u. s. w.

Endlich stellen zu diesen Erkrankungen noch alle bei der Brauerei und dem Ausschank alkoholischer Getränke Beschäftigten ein grosses Kontingent.

Die Cirkulationsorgane (inkl. Herz)

leiden bei allen Beschäftigungen, welche zeitweise oder andauernd an sie zu hohe Anforderungen stellen. Angestrengte Muskelarbeit der verschiedensten Art führt zu Hypertrophie des Herzens u. s. w.

Bei stehender Beschäftigung treten Erkrankungen im Gefässsystem der unteren Extremitäten auf, Krampfadern, Unterschenkelgeschwüre u. s. f.

Im Vorhergehenden ist ein Ueberblick über die hauptsächlichsten Schäden der Gesundheit gegeben, welche in technischen Betrieben beobachtet werden. Die Aufzählung ist, wie leicht erklärlich, eine unvollständige. Es wird überhaupt keinen Beruf geben, der nicht besondere Gefahren für den Gesamtorganismus oder einzelne Teile in sich schliesst.

Wie ein Teil derselben zu vermeiden ist, wurde in Kürze geschildert. Ein grosser Teil wird sich überhaupt niemals ganz vermeiden, sondern immer nur einschränken lassen, es sind dies alle die Affektionen, welche durch die Art der Arbeit und die Anstrengung einzelner Körperteile selbst bedingt sind.

Viel bessere Resultate hat die Gewerbehygiene in allen den Betrieben zu erwarten, in welchen durch unvorsichtiges Umgehen mit dem die Gefahren bedingenden Material früher häufig Krankheiten erzeugt werden. Durch Einrichtungen, welche das Uebergehen der giftigen Gase oder des giftigen Staubes in die Luft der Arbeitsräume hindern, ausgiebige Ventilation, zweckdienliche Arbeiterkleidung, passende technische Vorkehrungen, Sauberkeit in den Werkstätten, Körperpflege der Arbeiter können dann diese Gefahren auf ein Minimum beschränkt werden.

Den Beweis für die Möglichkeit einer Besserung der hygienischen Verhältnisse in dieser Richtung liefern die günstigen Resultate in den Spiegelbelegen Fürths, in welchen früher durch das dort verwandte Quecksilber ein grosser Teil der Arbeiter erkrankte, während jetzt, nach Einführung der oben bezeichneten Einrichtungen, der Gesundheitszustand ein sehr guter ist.

Eine Gefährdung der Umgebung durch Gewerbebetriebe

kann eintreten, wenn die bei den Betrieben entstehenden schädlichen Nebenprodukte u. s. w. aus dem eigentlichen Fabrikraum heraus in die Umgebung übergehen.

Es wird häufig schwer zu entscheiden sein, ob eine Gefährdung oder nur eine Belästigung der Nachbarschaft vorliegt.

Hierher gehören zunächst die Verunreinigungen der Luft durch Ueberführung des Rauches in die Atmosphäre, welche in Fabrikdistrikten und dicht bewohnten Städten zu erheblichen Misständen führt, die jedoch durch zweckmässige Heizanlagen, wie schon pag. 223 angegeben wurde, bedeutend gebessert werden können.

Die Verarbeitung besonders der Rohmetalle (Rösten) beeinflusst die Umgebung sehr stark. Die hierbei gebildete schweflige Säure schädigt auch die Anpflanzungen in weitem Umkreise des fraglichen Betriebs.

Ueble Gerüche treten in die Atmosphäre bei Leim- und Seifenfabriken, überhaupt bei vielen der Betriebe, in denen organisches Material (Tierkadaver u. s. w.) verarbeitet werden (s. pag. 327).

Ebenfalls in einem früheren Kapitel (pag. 316) wurde schon auf die starke Verunreinigung der Flüsse durch Einleitung der Fabrikabwässer aufmerksam gemacht. Bei der vielseitigen Verwendung, welche die Flüsse haben, muss deshalb auch vom hygienischen Standpunkte die Reinigung der Abwässer vor Einführung in die öffentlichen Gewässer gefordert werden, sofern ohne diese eine deutlich nachweisbare und nachteilige Verunreinigung eintritt.

Sehr lästig endlich sind all' die Anlagen, bei welchen andauernd ein in die Umgebung dringendes Geräusch erzeugt wird (Hammerwerke, Schmieden, Schlossereien, Elektrizitätswerke etc.).

Die D. R. Gewerbeordnung enthält zum Schutze der Umgebung gewerblicher Anlagen folgende Bestimmungen:

§ 16. Zur Errichtung von Anlagen, welche durch die örtliche Lage oder die Beschaffenheit der Betriebsstätte für die Besitzer oder Bewohner der benachbarten Grundstücke oder für das Publikum überhaupt erhebliche **Nachteile, Gefahren** *oder* **Belästigungen** *herbeiführen können, ist die Genehmigung der nach den Landesgesetzen zuständigen Behörde erforderlich.*

(Die hierher gehörigen sehr zahlreichen Anlagen werden nun aufgezählt.)

§ 17. Dem Antrage auf die Genehmigung einer solchen Anlage müssen die zur Erläuterung erforderlichen Zeichnungen und Beschreibungen beigefügt werden.

§ 18. Werden keine Einwendungen angebracht, so hat die Behörde zu prüfen, ob die Anlage erhebliche Gefahren, Nachteile oder Belästigungen für das Publikum herbeiführen könne. Auf Grund dieser Prüfungen, welche sich zugleich auf die Beachtung der bestehenden bau-, feuer- und gesundheitspolizeilichen Vorschriften erstreckt, ist die Genehmigung zu versagen, oder, unter Fortsetzung der sich als nötig ergebenden Bedingungen zu erteilen. In den letzteren gehören auch diejenigen Anordnungen, welche zum Schutze der Arbeiter gegen Gefahr für Gesundheit und Leben notwendig sind.

§ 23. Der Landesgesetzgebung bleibt ferner vorbehalten, zu verfügen, inwieweit durch Ortsstatut darüber Bestimmung getroffen werden kann, dass einzelne Ortsteile vorzugsweise zu Anlagen der im § 16 erwähnten Art zu bestimmen, in andern Ortsteilen aber dergleichen Anlagen entweder gar nicht oder nur unter besonderen Beschränkungen zuzulassen sind.

Die letztere Bestimmung sieht die Anlage sogenannter „Fabrikviertel“ vor.

Zum Schutze der Umgebung gegen die Belästigungen und Gefahren von Gewerbebetrieben bestimmt § 25 der Oesterreichischen Gewerbe-Ordnung:

Die Genehmigung der Betriebsanlage ist bei allen Gewerben notwendig, welche mit besonderen, für den Gewerbebetrieb angelegten Feuerstätten, Dampfmaschinen, sonstigen Motoren oder Wasserwerken betrieben werden oder welche durch gesundheitsschädliche Einflüsse, durch die Sicherheit bedrohende Betriebsarten, durch üblen Geruch oder durch ungewöhnliches Geräusch die Nachbarschaft zu gefährden oder zu belästigen geeignet sind. Vor erlangter Genehmigung dürfen diese Betriebsanlagen nicht errichtet werden.

§ 26. Bei allen solchen Betriebsanlagen, insoferne sie nicht zu den nach § 27 zu behandelnden gehören, hat die Behörde im kürzesten Wege die allenfalls in Betracht kommenden Uebelstände zu prüfen und die etwa nötigen Bedingungen und Beschränkungen in Betreff der Einrichtung der Anlage vorzuschreiben, wobei insbesondere darauf zu sehen ist, daß für Kirchen, Schulen, Krankenhäuser und andere öffentliche Anstalten und Gebäude aus derlei Gewerbsanlagen keine Störung erwachse und daß nicht etwa schon

die Anlage der Arbeitsräume die Sicherheit des Lebens oder die Gesundheit der darin beschäftigten Personen gefährde.

§ 27 nennt dann 52 technische Betriebe, bei welchen die Genehmigung der Errichtung der Anlage von gewissen Bedingungen abhängig gemacht wird.

§ 32. Aenderungen in der Beschaffenheit der Betriebsanlage oder in der Fabrikationsweise oder eine bedeutende Erweiterung des Betriebes, durch welche einer der in § 25 vorgesehenen Umstände eintritt, sind vor der Ausführung zur Kenntnis der Gewerbebehörde zu bringen, welche von der Einleitung einer kommissionellen Verhandlung Abstand nehmen kann, wenn sie die Ueberzeugung gewinnt, daß die beabsichtigte Veränderung oder Erweiterung für die Anrainer oder die Gemeinde überhaupt neue oder größere Nachteile, Gefahren oder Belästigungen, als mit der vorhandenen Betriebsanlage verbunden sind, nicht herbeiführen werde.

Die Aufsicht über die Anlagen und den Betrieb von Fabriken

obliegt nach deutschem Reichsgesetz (Gewerbeordnung § 139 b) neben den ordentlichen Polizeibehörden, besonderen von den Landesregierungen zu ernennenden Beamten, den sog. Fabrik-Inspektoren. Dieselben haben die Betriebe zu besichtigen und zu kontrollieren, ob die gesetzlichen, zum Schutze der Arbeiter wie der Umgebung erlassenen Bestimmungen erfüllt werden.

Die Beamten haben alljährlich über ihre amtliche Thätigkeit Berichte einzureichen, welche ein wertvolles Material für gewerbehygienische Fragen bilden.

In Oesterreich werden die Gewerbe-Inspektoren auf Grund des Gesetzes vom 17. VI. 83 durch den Handelsminister ernannt. Ihre Aufgabe besteht ebenfalls in der Ueberwachung der Durchführung der gesetzlichen Vorschriften, welche im Interesse des Wohles der Arbeiter erlassen sind. Ueber ihre Thätigkeit haben auch sie jedes Jahr einen Bericht auszuarbeiten.

Litteratur: Geigel. Hirt und Merkel, „Handbuch der öffentlichen Gesundheitspflege“; Kalle, „Wohnhaus der Arbeiter“, Vierteljahrschrift f. öffentliche Gesundheitspflege 1891; Popper, „Lehrbuch der Arbeiterkrankheiten und Gewerbshygiene“.

Druck von Kastner & Lossen, München.

Druckfehler:

		statt:	lies:
p. 50	Z. 5 v. o.	Autochaven	Autoclaven.
„ 73	„ 8 v. u.	in Flasche	in der Flasche.
„ 87	„ 1 v. o.	2.3 m	2—3 m.
„ 88	„ 15 v. o.	eine . . . höhere	ein . . . höherer.
„ 246	„ 14 v. u.	Fig. 117	Fig. 119.
„ 255	„ 5 v. o.	Anmerkung: Diffusionsvorgänge kommen hiebei quantitativ nicht in Betracht.	
„ 315	„ 2 v. u.	. . . Hauswässern ganz . . .	Hauswässern nie ganz.
„ 369	„ 1 v. o.	225 gr	265 gr.
„ 380	„ 5 v. o.	welche in dem	wenn in demselben.
„ 382	„ 6 v. o.	mediocandellata	mediocanellata.
„ 404	„ 19 v. o.	animalischen	animalischer.
„ 421	„ 13 v. u.	2 CO	2 CO_2.
„ 429	„ 8 v. u.	haltige	alkoholhaltige.
„ 449	„ 1 v. o.	er	es.
„ 449	„ 3 v. o.	:	:
„ 451	„ 7 v. u.	wässerige	wässeriger.
„ 468	„ 12 v. u.	sind	ist.
„ 485	„ 1 v. o.	die dicht bewohnten Städte	in dicht bewohnten Städten.



